cms-journal • Sonderausgabe **02**
2005

Computer- und Medienservice der
Humboldt-Universität zu Berlin

Bedeutende Naturwissenschaftler und Erfinder

Bedeutende Naturwissenschaftler und Erfinder

Computer- und Medienservice

Herausgeber:
Dr. Peter Schirmbacher
Direktor Computer- und Medienservice
Telefon: (030) 2093-7010
schirmbacher@cms.hu-berlin.de

Redaktion:
Christiane Schöbel
Telefon: (030) 2093-7037
schoebel@cms.hu-berlin.de

Umschlag:
Manuela Schulze,
Christiane Schöbel

Druck:
Schaltungsdienst Lange o.H.G.

Redaktionsschluss:
12.10.2005

Postanschrift:
Humboldt-Universität zu Berlin
Computer- und Medienservice
Unter den Linden 6
10099 Berlin

Sitz:
Erwin Schrödinger-Zentrum
Rudower Chaussee 26
12489 Berlin

Telefon: (030) 2093-7010
Telefax: (030) 2093-2959

www.cms.hu-berlin.de/journal/

Bei den Artikeln in dieser Sonderausgabe handelt es sich um Nachdrucke aus älteren Ausgaben der RZ-Miteilungen bzw. des CMS-Journals.

Editorial

Abb. 1: Dr. Klaus Biener bei seiner Verabschiedung am 22.10.1992 im Senatssaal.

Liebe Leserinnen und Leser,
in den gut 15 Jahren, seit es das CMS-Journal – mit den RZ-Mitteilungen als Vorläufer – gibt, haben wir häufig die Diskussion zu den Aufgaben einer solchen Publikationsreihe geführt. Die Zielrichtung der Veröffentlichungen hat sich gewandelt. Während zu Beginn der 90er Jahre die RZ-Mitteilungen in erster Linie die Information der Nutzer des Rechenzentrums über die Art und Weise der angebotenen Dienste zum Ziel hatte, wurde diese Aufgabe, seit es das World Wide Web gibt, durch die Präsentation des Computer- und Medienservice in diesem Medium übernommen. Wir hatten uns seinerzeit trotzdem entschieden, diese Hefte weiter herauszugeben, insbesondere, um einen Bericht mit thematischen Schwerpunkten unserer Arbeit zu geben und weit umfassender als in der Zeit zuvor einzelne Themen der Informationstechnologie näher zu beleuchten. Wir wollten und wollen die breite Nutzerschaft ansprechen, aber auch den einen oder anderen Spezialisten zur Diskussion herausfordern. Die Reaktion auf unsere Hefte war höchst unterschiedlich, sowohl in der Intensität als auch aus der Sicht der inhaltlichen Auseinandersetzung.

Zum zweiten Mal gibt es ein Sonderheft des CMS-Journals. Den Anlass für das erste Heft bildete die Eröffnung des Erwin Schrödinger-Zentrums der Humboldt-Universität in Berlin-Adlershof, in dem erstmalig die Dienste von Universitätsbibliothek und Computer- und Medienservice gemeinsam angeboten werden. Das zweite Sonderheft verfolgt zwei Ziele: Zum einen wollen wir dem schon häufig formulierten Wunsch entsprechen und eine konzentrierte Zusammenstellung sämtlicher bisheriger Beiträge der RZ-Mitteilungen und des CMS-Journals zur Darstellung verdienstvoller Wissenschaftler auf dem Gebiet der Informations- und Kommunikationstechnik herausgeben. Zum anderen wollen wir damit dem Autor all dieser Beiträge die Ehre erweisen und ihm sehr herzlich zu seinem 70. Geburtstag gratulieren.

Unser Glückwunsch gilt Herrn Dr. Klaus Biener, der viele Jahre im Rechenzentrum der Humboldt-Universität tätig war und uns auch nach seinem Ausscheiden die Treue gehalten hat, indem er mit großer Regelmäßigkeit bedeutende Naturwissenschaftler und Erfinder unserer Leserschaft in sehr unterhaltsamer und ansprechender Weise nähergebracht hat.

Wir bedanken uns sehr herzlich bei Herrn Dr. Biener für sein Engagement, für sein Wirken innerhalb des Rechenzentrums und für seine Beiträge zum Gelingen des CMS-Journals. Wir wünschen ihm alles erdenklich Gute und hoffen auf weiterhin intensive und fruchtbare Zusammenarbeit.

Dr. Peter Schirmbacher

Computerpionier zu Gast in der HU

RZ-Mitteilungen Nr. 3 / Juli 1992

Abb. 1: Helmut Hoelzer (1912–1996)

Auf Einladung des Fachbereichs Informatik und des Rechenzentrums weilte der Computerpionier und Raketenforscher Dr.-Ing. Helmut Hoelzer zu einem Gastvortrag in unserer Universität. Hauptanlaß dieser Einladung war ein 1991 in der Geschichte der Rechentechnik zu verzeichnendes 50jähriges Doppeljubiläum:

Zum einen wurde 1941 durch Konrad Zuse der erste voll funktionstüchtige programmgesteuerte Rechenautomat der Welt fertiggestellt (der 80jährige K. Zuse berichtete im Oktober 1990 während eines Vortrages im Senatssaal über seine Arbeiten an diesem Rechenautomaten). Zum anderen fällt in das Jahr 1941 außerdem die »Geburtsstunde« des ersten universellen vollelektronischen Analogrechners; diesen Rechner hat H. Hoelzer in Peenemünde konstruiert.

Nach mehrmaliger Terminverschiebung (zuletzt wegen des plötzlichen Streiks des Flugpersonals) konnte der Gastvortrag Dr. Hoelzers, der heute in den USA lebt, schließlich am 26. Mai im Senatssaal stattfinden.

Der Gast wurde im RZ von Herrn Dr. Schirmbacher begrüßt und zu Beginn des Vortrages von Herrn Prof. Dr. Schwarze den zahlreichen Zuhörern vorgestellt. Sodann berichtete Dr. Hoelzer, der sich als außerordentlich rüstiger und humorvoller Redner erwies, von seinen damaligen Entwicklungsarbeiten an seinem Rechner, von dessen Architektur und Funktion sowie vom späteren Schicksal dieses Gerätes.

Helmut Hoelzer, 1912 in Bad Liebenstein in Thüringen geboren, hat ab 1931 an der Technischen Hochschule Darmstadt Elektrotechnik studiert und dort 1946 bei Alwin Walther mit dem Thema »Anwendung elektrischer Netzwerke zur Lösung von Differentialgleichungen und zur Stabilisierung von Regelvorgängen« promoviert. In den Jahren 1937-38 war er als Assistent an der Ingenieurschule für Luftfahrttechnik in Darmstadt tätig und danach bei Telefunken in Berlin im Laboratorium für Hochfrequenzforschung.

Ende 1939 wurde er nach Peenemünde an das Raketenforschungszentrum dienstverpflichtet und als Spezialist für Fernsteuerungssysteme eingesetzt. Nach dem Krieg siedelte er 1946 mit mehreren Mitarbeitern des Forschungsteams in die USA über; dort war er u. a. viele Jahre (bis 1973) »Director of Computing« im Marshall Space Flight Center in Huntsville. In den Jahren 1973-76 arbeitete H. Hoelzer wieder in Deutschland als Berater für ein Raumfahrt-Projekt; von 1978 an war er amtierender Vizepräsident einer amerikanischen Gesellschaft für »Internationale Raumfahrt-Technologien«. Seit 1982 lebt er in Alabama im Ruhestand.

Zur Analogrechentechnik kam Hoelzer in jungen Jahren durch sein Hobby, das Segelfliegen. Er suchte nach einer praktikablen Methode, die Fluggeschwindigkeit über Grund von Flugzeugen zu messen, da es bis dato dafür noch keine Meßgeräte gab! Hoelzer entwickelte ein Verfahren, mittels eines Feder-Masse-Dämpfungssystems die Beschleunigung zu messen und durch deren zeitliche Integration die Geschwindigkeit zu ermitteln. Die elektronische Umsetzung der Integration führte zur Entwicklung eines Integrierers, dem wichtigsten Rechenelement eines Analogrechners.

Hoelzer hatte einen solchen Integrierer (s. Abb. 2) bereits 1935 vorgeschlagen, also noch

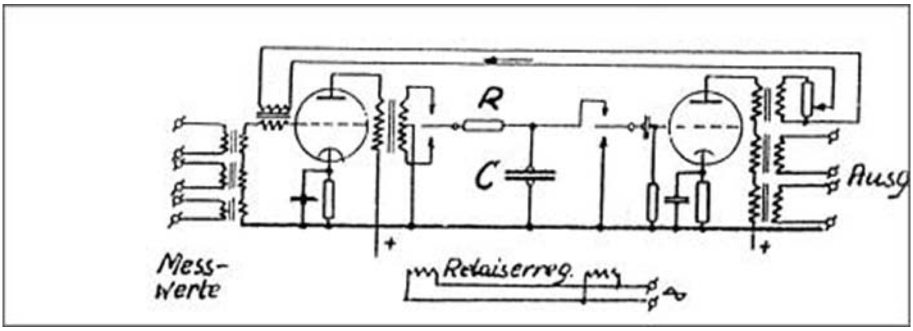

Abb. 2: Integrierer mit Rückkopplung und Zerhackerverstärker

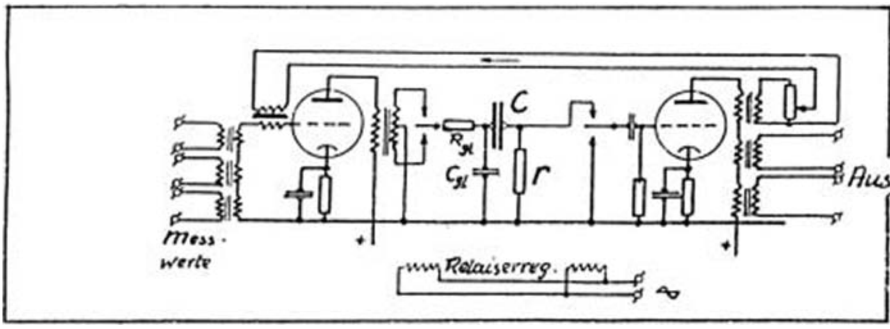

Abb. 3: Differenzierer mit Rückkopplung und Zerhackerverstärker

während seiner Studienzeit. Er plante, daraus ein universelles Gerät zu entwickeln; dieser Plan konnte schließlich in Peenemünde realisiert werden, und 1941 war der erste vollelektronische Analogrechner in der Computergeschichte fertiggestellt. Das Gerät enthielt neben den gängigen Rechenelementen eines Analogrechners auch Dividierer, Schaltkreise zur Quadratwurzelbildung sowie Differenzierer (s. Abb. 3), die im Raketenforschungszentrum zur Simulation der Flugmechanik und der Steuerungssysteme benötigt wurden.

Die Maschine wurde 1946 als Kriegsbeute in die USA gebracht und dort von der US Army weiterverwendet.

Hoelzer hat in Peenemünde auch ein Funkleitsystem und ein stabiles Kurssteuerungssystem für Fluggeräte und Raketen entwickelt. Auf diese Entwicklungen wurde zwei Jahrzehnte später bei der Fernsteuerung der amerikanischen Mondfahrzeuge ganz wesentlich wieder zurückgegriffen, denn H. Hoelzer war im Apollo-Programm unter der Leitung von W. v. Braun maßgeblich mit an der ersten Mondlandung beteiligt.

Für seine Verdienste um die Raumfahrt hat Dr. Hoelzer mehrere Auszeichnungen erhalten, u. a. die Außerordentliche Verdienstmedaille der NASA sowie die Kopernikus-Medaille des Kuratoriums »Mensch und Weltall«.

Zum 400. Geburtstag des »schwäbischen Leonardo da Vinci«

RZ-Mitteilungen Nr. 4 / November 1992

Abb. 1: Wilhelm Schickard (1592–1635)

Erst seit 35 Jahren ist bekannt, daß als Erfinder der ersten mechanischen Rechenmaschine der Tübinger Universitätsprofessor Wilhelm Schickard (geb.1592 Herrenberg, gest. 1635 Tübingen) zu gelten hat. Dies wissen wir aus im Jahre 1957 wiederentdeckten Briefen Schickards an den befreundeten Astronomen Johannes Kepler, in denen er diesem von seiner Maschine berichtet und denen er ausführliche technische Beschreibungen beifügt. Diese Beschreibungen sowie ebenfalls erhalten gebliebene Konstruktionshinweise und etliche Skizzen für seinen Mechaniker Pfister sind so detailliert, daß nach diesen Angaben in der Neuzeit seine Maschine nachgebaut werden konnte und nun seit 1960 im Tübinger Rathaus aufbewahrt wird. Vor Keplers Zeiten benutzte man zum praktischen Rechnen Zählsteine (lat. calculi, woraus z. B. die Wörter kalkulieren, Kalkulator, Kalkül entstanden sind), und es ist Schickards Verdienst, erstmals die Zähne eines Zahnrades zur Darstellung der Ziffern benutzt sowie den Zehnerübertrag technisch realisiert zu haben. Seine Rechenmaschine hat er 1623, also im Geburtsjahr B. Pascals, fertiggestellt. Sie ist von der Grundkonstruktion her eine Addiermaschine für 6stellige Dezimalzahlen, ermöglicht aber neben der Subtraktion durch eine sinnreich erdachte und verstellbar angebrachte Einmaleinstafel auch die Multiplikation und Division. Das Resultatwerk ist 8-stellig ausgelegt. Den brieflichen Berichten ist zu entnehmen, daß diese Rechenmaschine offenbar gut funktioniert hat. Es ist zu vermuten, daß Kepler (1571–1630), seines Zeichens kaiserlicher Mathematiker und Hofastronom, an einem solchen maschinellen Rechenhilfsmittel für seine astronomischen Berechnungen sehr interessiert gewesen sein dürfte; denn zu jener Zeit war er – nunmehr als Professor in Linz – noch immer mit den »Rudolfinischen Tafeln« (Bestimmung der genauen Planetenörter) beschäftigt, die dann 1627 im Druck erschienen. Fakt ist jedenfalls, daß im Jahre 1624 in Tübingen ein zweites Exemplar der Schickardschen Maschine eigens für Kepler hergestellt wurde, jedoch mit dem Hause des Mechanikers Pfister verbrannt ist. Das erste Exemplar ist in den Wirren des 30jährigen Krieges leider verlorengegangen. Wilhelm Schickard (auch die Schreibweisen Schickardt oder Schickart sind gebräuchlich) war ein außerordentlich vielseitiger Gelehrter und galt nicht nur als einer der bedeutendsten Hebraisten und Orientalisten seiner Zeit, sondern er hat sich auch als Astronom, Mathematiker, Geodät, Kupferstecher und Maler hervorgetan. Es mag für sich sprechen, daß er in der neuzeitlichen Presse schon als der »schwäbische Leonardo da Vinci« bezeichnet worden ist. Jedoch ursprünglich war Schickard Theologe, und als solcher wurde er bereits mit 19 Jahren Magister und Repetitor am Tübinger Stift – hatte also die Befugnis, das priesterliche Lehramt auszuüben. Mit 27 Jahren wurde er Professor für biblische Sprachen und lehrte Hebräisch, Aramäisch, Chaldäisch, Syrisch, Rabbinisch und Arabisch. Ebenso wie sein bekannter Onkel, der Baumeister Heinrich Schickard, war er zudem technisch und mathematisch hochbegabt; so betrieb er mathematische und astronomische Studien bei Michael Maestlin, dem

Lehrer Keplers. Als Maestlin 1631 hochbetagt starb, wurde Schickard als sein Nachfolger zum Professor für Mathematik und Astronomie an die Tübinger Universität berufen. In dieser Amtszeit hat er viele astronomische Geräte erfunden. Schickard betätigte sich aber auch als Geodät. So führte er die erste Landesvermessung von Württemberg nach eigenen kartographischen Methoden durch; diese Methoden hat er in einem Buch dokumentiert, das nach seinem Tode noch oft aufgelegt worden ist. Des weiteren hat er mit mathematischen Mitteln das sogenannte Pothenotsche Problem gelöst, ein von W. Snellius aufgestelltes, später nach dem französischen Mathematiker Laurent Pothenot (1660–1732) benanntes geodätisches Ortsbestimmungsproblem. Als Kupferstecher hat Schickard u. a. verschiedene Illustrationen für Keplers astronomisches Werk »Harmonices mundi«, (Weltharmonik, erschienen 1619) geliefert, in welchem das 3. Keplersche Gesetz behandelt wird. Ein Ölgemälde aus seiner Hand hängt noch heute in einer Kirche bei Tübingen. Das oben abgebildete Porträt befindet sich in der Universität Tübingen; in seiner linken Hand hält er darauf seinen Magisterstab (?) und in der rechten ein Kleinplanetarium.

Schickards Schicksal ist im Schatten des Dreißigjährigen Krieges sehr tragisch verlaufen: Seine Mutter und sein Onkel sind von Kriegsvolk erschlagen worden; 1634 brachten Truppen die Pest nach Tübingen; an dieser Seuche sind seine Frau und drei Töchter gestorben. Kurz danach ereilte auch ihn selbst und seinen kleinen Sohn der Tod.

Weitere Modelle der Schickardschen Rechenmaschine befinden sich heute in seiner Geburtsstadt Herrenberg, im Deutschen Museum München sowie in der Sammlung von IBM in New York.

Bedeutender Promovend unserer Universität: Lothar Collatz

RZ-Mitteilungen Nr. 5 / April 1993

Abb. 1: Lothar Collatz (1910–1990)

Am 26. September 1990 starb während einer Mathematiker-Tagung in Warna (Bulgarien) der bekannte Mathematiker Lothar Collatz im Alter von 80 Jahren. Der Wiener Numeriker Hans J. Stetter nannte ihn in einem Nachruf »one of the earliest pioneers of Scientific Computation and Numerical Mathematics«.

Tatsächlich hat Collatz sein gesamtes Lebenswerk nahezu ausschließlich der Angewandten, insbesondere der Numerischen Mathematik gewidmet und mehrere Algorithmen ausgearbeitet, die für einen computergestützten Einsatz zur Lösung verschiedener praxisrelevanter mathematischer Probleme gedacht sind, z. B.: Nullstellenbestimmung algebraischer Gleichungen, genäherte Berechnung von Eigenwerten, trigonometrische Tschebyschew-Approximation in zwei Variablen und vieles andere mehr. Bei theoretischen Untersuchungen, die darauf gerichtet sind, Rechenverfahren mathematisch korrekt zu formulieren und seine Resultate abzusichern, hat Collatz umfassende Pionierarbeit geleistet. Insbesondere hat er die Auswirkungen auf die Lösungsstabilität unter-

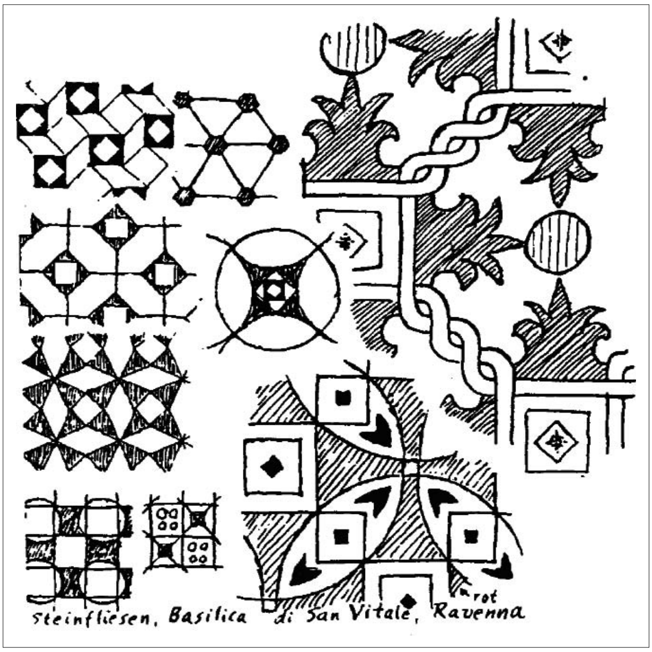

Abb. 2: Der Abdruck obiger Zeichnung aus Collatzens Feder erfolgt mit freundlicher Genehmigung der Universität Hamburg; Quelle: Hamburger Beiträge zur Angewandten Mathematik, Sonderheft »Lothar Collatz 1910–1990«, Juli 1991.

Collatz war Sohn eines Geodäten und wurde am 6. Juli 1910 in Arnsberg (Westf.) geboren. Er hat von 1928 bis 1933 an den Universitäten Greifswald, Göttingen, München und Berlin studiert. Vorlesungen hörte er u. a. bei L. Bieberbach, C. Carathédory, R. Courant und D. Hilbert. Sein Staatsexamen (Befähigung für das Lehramt an höheren Schulen) in Mathematik hat er bei Richard v. Mises, in Physik bei Erwin Schrödinger abgelegt. In der Folgezeit war er an der Berliner Universität Hilfsassistent, und bereits 1935 promovierte er hier u. a. bei Erhard Schmidt.

In den Jahren 1935–1943 arbeitete Collatz als Assistent am Institut für Technische Mechanik an der TH Karlsruhe, wo er sich 1938 habilitierte, und 1943 erhielt er eine ordentliche Professur für Mathematik an der TH Hannover. Hier befaßte er sich mit Problemen aus der Graphentheorie. Es war seine Idee, einem Graphen eine Adjazenzmatrix zuzuordnen und zu untersuchen, wie sich der dominante Eigenwert dieser Matrix verändert, wenn gewisse Kanten des Graphs so eliminiert werden, daß dieser gerade noch zusammenhängend bleibt. Die Fragestellung des diskreten Zusammenhangs spielt auch heute wieder in der Bildverarbeitung eine erhebliche Rolle. In jener Zeit ergab sich auch eine wissenschaftliche Zusammenarbeit mit Rudolf Zurmühl, woraus gemeinsame Veröffentlichungen über Interpolationsverfahren der numerischen Integration von Differentialgleichungen und über Glätten und Vertafeln empirischer Funktionen resultieren.

Im Jahre 1952 wurde Collatz an die Universität Hamburg berufen; hier war er bis zu seinem Tode Professor für Angewandte Mathematik. In dieser Zeit war er 1958–1972 außerdem als Direktor mit der Leitung des Universiäts-Rechenzentrums betraut.

Collatzens wissenschaftlicher Nachlaß ist außerordentlich umfangreich: er besteht aus

sucht, die das computerbedingte Rechnen mit »abgeschnittenen« Zahlen mit sich bringt, und er hat dazu die Fortpflanzung des Fehlers studiert. Er stellte Methoden mit Monotoniebetrachtungen auf, die es gestatten, zur Genauigkeitsuntersuchung der Rechenergebnisse obere und untere Fehlerschranken zu ermitteln. Vor allem hat er durchdacht, welche zusätzlichen Anforderungen durch das Auftreten der superschnellen Computer auf den Numeriker zukommen. Eine Art Resumé dazu liefert er in seiner zweihundertsten Veröffentlichung, die dem »Einfluß der Computer auf die numerische Mathematik« gewidmet ist (in: Elektronische Rechenanlagen, 1983). Darin werden u. a. auch menschliche Eigenschaften genannt, die als Kriterium für die Überlegenheit des Menschen gegenüber dem Computer angesehen werden, und zwar:

- Fähigkeit zur Intuition (»Ideen-Produzent«);
- Überblick und Flexibilität (Fähigkeit zu heuristischem Vorgehen);
- qualitative Entscheidungsfähigkeit zur Änderung eines Rechenganges;
- Fähigkeit zum assoziativen Kombinieren (Erkennen von Ausnahmen und Grenzfällen).

250 Veröffentlichungen und 10 Lehrbüchern, die großenteils noch mehrfach übersetzt wurden! Zum Beispiel seine Bücher »Eigenwertaufgaben mit technischen Anwendungen« und »Numerische Behandlung von Differentialgleichungen« haben in Anwenderkreisen und bei Studierenden mathematischer Fachrichtungen bereits gewisse Berühmtheit erlangt. Neben seiner umfassenden Lehr- und Vortragstätigkeit hat Collatz noch 40 Doktoranden und 25 Habilitanden betreut. Er war Mitglied mehrerer mathematischer Gesellschaften und Akademien und besaß sieben Ehrendoktorate, so der Universitäten Sao Paulo (1956), Wien (1967), London (1977), Hannover (1981) und Dresden (1990).

Lothar Collatz, der übrigens großes Kunstverständnis und außerordentliches zeichnerisches Talent besaß (s. nebenstehende Zeichnung), ist in der ganzen Welt als einer der bedeutendsten Vertreter der Numerischen Mathematik bekannt und geachtet. Besonders hervorgehoben sei seine grundsätzliche Auffassung von der Mathematik und ihrer Bedeutung für ihre mannigfache Anwendbarkeit auch in außermathematischen Bereichen. In seinem Buch über Funktionalanalysis und Numerische Mathematik schreibt er: »… der Verfasser wäre glücklich, wenn dieses Buch dazu beitragen würde, den unseligen Unterschied zwischen ›reiner‹ und ›angewandter‹ Mathematik ad absurdum zu führen, denn es gibt keine Trennungslinie zwischen diesen beiden Gebieten, es gibt nur *eine* Mathematik.«

Johann Neumann von Margitta zum 90. Geburtstag

RZ-Mitteilungen Nr. 6 / Dezember 1993

Abb. 1: Johann von Neumann (1903–1957)

Dies ist der ausführliche Adelsname des in der Computertechnik hinlänglich bekannten Mathematikers John von Neumann. J. v. Neumann hat seinen Namen im Laufe seines Lebens mehrmals variiert. Sein Geburtsname lautet Johann Ludwig Neumann. Im Jahre 1913 erhielt sein Vater den ungarischen Adel mit dem Prädikat »Margitta«, übertragbar auch auf die ehelichen Nachkommen. So unterschrieb J. v. Neumann jedenfalls in seiner Berliner Dozentenzeit seine Briefe mit »Dr. Johann Neumann von Margitta«, zuweilen auch kürzer mit »Dr. Johann von Neumann«. Im privaten Bereich hat er seinen Vornamen gelegentlich auch mit »Hans« angegeben, offenbar als Abkürzung von Johannes. Den Vornamen »John« legte er sich dann später zu, nachdem er in die USA übergesiedelt war.

Geboren wurde J. v. Neumann am 28. Dezember 1903 in Budapest; er entstammt einer österreichungarischen Bankiersfamilie. Schon früh zeigte sich bei ihm eine besondere mathematische Begabung, und noch während seiner Gymnasialzeit erhielt er Privatunterricht in Mathematik von einem Assistenten der Budapester Universität. Bereits vor Vollendung seines 18. Lebensjahres erschien seine erste mathematische Arbeit über die Lage der Nullstellen gewisser Minimalpolynome. Nach dem Abitur begann er an der Budapester Universität ein Mathematikstudium, hielt sich aber vorwiegend an der ETH Zürich auf, wo er zusätzlich Chemie studierte. Auch an der Berliner Universität hörte er Mathematik-und Physikvorlesungen. Schließlich legte er in Zürich ein Examen als Diplomingenieur der Chemie ab und promovierte kurz danach (1926) an der Budapester Universität bei L. Fejér im Fach Mathematik.

Weniger bekannt ist wohl, daß J. v. Neumann in den Jahren 1927 bis 1933 an der Berliner Universität als Privatdozent für Mathematik gewirkt hat. Wie die Vorlesungsverzeichnisse aus dieser Zeit ausweisen, hielt er Vorlesungen über Logische Grundlagen der Mathematik, Axiomatische Mengenlehre, Relativitätstheorie, Beweistheorie sowie Integralgleichungen und Analysis unendlich vieler Variabler. Das erlesene Kollegium bedeutender Mathematiker bildeten an der Universität damals u. a. die Ordinarien Erhard Schmidt, Ludwig Bieberbach, Robert v. Mises, Issai Schur. J. v. Neumanns Fachkompetenz muß vermutlich gebührenden Eindruck gemacht haben, denn sein Gehalt wurde zunächst auf den 4fachen, und nach zwei Jahren auf den 8fachen Grundbetrag erhöht, so daß er schließlich von der Universität ein monatliches Einkommen von über 400 RM netto bezog.

Während seiner Berliner Dozentenzeit ließ sich J. v. Neumann mehrere Male für einige Monate beurlauben, um Studienreisen in die USA zu unternehmen. Schließlich bot sich ihm in Princeton N. J. eine ordentliche Professorenstelle, die er im Oktober 1933 antrat, und zum Wintersemester 1933/34 kündigte er in Berlin.

J. v. Neumann gilt als ein Begründer der modernen Funktionalanalysis, hat aber auch auf zahlreichen anderen Gebieten der modernen Mathematik grundlegende Untersuchungen durchgeführt (Algebra, Mathematische Logik, Ergodentheorie, Beweistheorie, stetige Geometrie). Eine seiner wahrscheinlichkeitstheoretischen Arbeiten (1928) wurde zum Ausgangspunkt einer umfangreichen Spieltheorie; in ihr wird eine weitgefaßte Definition des Spielbegriffs gegeben, die auch Modelle des Wirtschaftslebens umfaßt. Des weiteren ist er an einem neuen axiomatischen Aufbau der Mengenlehre mitbeteiligt, der sich von dem stufentheoretischen grundsätzlich unterscheidet und nicht – wie jener – zu Antinomien führen kann. Auch zur Anwendung der modernen Mathematik in der Physik (Quantentheorie) und der Psychologie hat er Beiträge geleistet.

Gegen Ende der dreißiger Jahre begann J. v. Neumann, sich mit Fragen der theoretischen Hydrodynamik (vornehmlich mit der Wechselwirkung von Schockwellen) zu befassen sowie mit den Problemen, die bei der Lösung der damit zusammenhängenden partiellen Differentialgleichungen auftreten. Diese Arbeiten führten im Kriege dann mehr und mehr zu seiner Mitarbeit im wissenschaftlichen Verteidigungsdienst. Er hat auch maßgeblich an der technischen Entwicklung der Atomkernspaltung mitgewirkt und wurde 1952 als Mitglied des Hauptberatungsausschusses der amerikanischen Atomenergie-Kommission vereidigt. Anfang 1955 ernannte ihn Präsident Eisenhower zum Mitglied der Atomic Energy Commission; dies war eine hauptamtliche Tätigkeit, derentwegen J. v. Neumann seinen Wohnsitz nach Washington verlegte. Dieses neue Amt konnte er jedoch nicht lange ausüben, denn ein plötzlich auftretendes Leiden (Knochenkrebs) zwang ihn ab Januar 1956 auf den Rollstuhl; schon drei Monate später mußte er ins Hospital eingewiesen werden, das er bis zu seinem Tode am 8. Februar 1957 nicht mehr verlassen sollte.

Bei seiner Tätigkeit im Verteidigungsdienst wurde J. v. Neumann durch die ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Automatic Calculator), die in Philadelphia 1946 von J. P. Eckert und V. W. Mauchly für die Ballistic Research Laboratories of Army Ordonnance gebaut worden war, erstmals mit den ungeahnten Berechnungsmöglichkeiten mittels elektronischer Rechenanlagen bekannt. Seitdem hat er sich bis an sein Lebensende intensiv auch mit Computertechnik befaßt. Einige Strukturmodifizierungen der ENIAC gehen auf ihn zurück, und ab 1946 konstruierte er mit einer Gruppe ausgewählter Ingenieure und Mathematiker (u. a. H. H. Goldstine, A. W. Burks) am Institute for Advanced Study in Princeton den Versuchsrechner JONIAC, dessen Bauprinzip künftige digitale Rechenautomaten in den USA wesentlich beeinflußt hat. Wie hinlänglich bekannt, stammt ja von J. v. Neumann das Konzept der internen Programmspeicherung; so hat er unabhängig von Konrad Zuse das grundlegende Konstruktionsprinzip des klassischen, seriell arbeitenden Digitalrechners mitgeschaffen. Die eingehende Beschäftigung mit Theorie und Praxis der elektronischen Rechenautomaten führten ihn zum einen zu Problemen der mathematischen Logik und numerischen Analysis, zum anderen zu einer Theorie der idealisierten Nervensysteme. Sein nachgelassenes, zum Teil noch auf dem Krankenlager geschriebenes Buch zu letzterem Fachgebiet trägt den Titel »The Computer and the Brain« (Die Rechenmaschine und das Gehirn).

Im ersten Teil dieses Buches vergleicht J. v. Neumann Funktion, Eigenschaften und Struktur von Analog-, Digital- und Hybridrechnern und analysiert insbesondere deren logische Steuerung. Im unvollendet gebliebenen zweiten Teil vergleicht er Leistung und Struktur einer Nervenzelle mit denen eines elementaren Bausteins (Transistor) im Computer. Dabei geht er von der Annahme aus, daß das Nervensystem prima facie digitaler Natur sei.

Der Vergleich ergibt:

1. Der Raumbedarf der Neuronen ist etwa 10^{9} mal geringer als der der Artefakte.
2. Die Speicherkapazität des Gehirns (schätzungsweise 2,8 x 10^{20} bit) dürfte um mehrere Zehnerpotenzen größer sein als die eines technisch realisierbaren Speichers.
3. Auch in puncto Verlustleistung ist die Natur 108 mal besser als die Technik: Die Verlustleistung eines Neurons wird mit 10^{-9} Watt, die eines Transistors mit 10^{-1} Watt angegeben.
4. Jedoch in der Reaktionszeit wird das Neuron vom Computer übertroffen: Der Computer ist etwa 10^{5} mal schneller.

Dieser Vergleich basiert natürlich auf Untersuchungen J. v. Neumanns vom Jahre 1955.

Hommage für Kurt Erich Schröder – Gründer des Rechenzentrums der Humboldt-Universität

RZ-Mitteilungen Nr. 7 / April 1994

Abb. 1: Kurt Erich Schröder (1909–1978)

Kurt Schröder gehört zu den führenden Berliner Wissenschaftlern, die die besten Traditionen der ehemals glanzvollen Mathematiker-Ära an der Berliner Universität mit verkörperten und auch nach dem Kriege vor allem in der Lehre weitervermitteln konnten.

Er besuchte in Berlin von 1922 bis 1928 das »Cöllnische Gymnasium« (Abitur mit Auszeichnung) und studierte anschließend bis 1933 an der Berliner Universität Mathematik und Physik. Die Namen seiner prominenten Lehrer sprechen für sich: Robert v. Mises (Numerische Mathematik), Issay Schur (Algebra), Ludwig Bieberbach (Funktionentheorie), Erhard Schmidt (Funktionalanalysis, Mengenlehre), Georg Feigl (Geometrie, Topologie). In Physik hörte er Vorlesungen u. a. bei Max Planck, Max v. Laue, Werner Heisenberg, Walter Nernst (Experimentalphysik) sowie Erwin Schrödinger (Quantentheorie).

Es ist schriftlich verbürgt, daß K. Schröder in seiner Studienzeit auch Vorlesungen bei Diels über Botanik und bei Eckert über Fotografie besucht hat. Dies wird dadurch erklärlich, daß er sich nach dem Abitur auch mit dem Gedanken trug, Biologie zu studieren, denn er interessierte sich sehr für biologische Fragen. Der Botanik und der Ornithologie hat zeit seines Lebens seine besondere Vorliebe gegolten; ebenso betätigte er sich mit Leidenschaft als Foto- und Filmamateur.

Sein Studium schloß K. Schröder 1933 gleich mit einer Promotion in Mathematik ab. Seine Dissertation wurde von L. Bieberbach und E. Schmidt mit dem überaus selten vergebenen Prädikat »Eximium« (»Außerordentlich«) bewertet und enthält die Lösung eines Problems aus der Theorie der kontinuierlichen Gruppen linearer Transformationen, das bei John v. Neumann offen geblieben war.

Im Jahre 1939 habilitierte sich K. Schröder mit einer Arbeit über die analytischen Eigenschaften und stetigen Darstellungen von k-parametrigen Matrizengruppen; darin widerlegt er einen Satz des französischen Mathematikers E. J. Cartan (1869–1951) über die Exponentialdarstellung von Matrizen einer reellen Transformationsgruppe durch Angabe eines Gegenbeispiels. Ab 1940 war er dann Dozent an der Berliner Universität und befaßte sich aus praxisorientierten Gründen mit Elastizitätstheorie und Strömungsmechanik; seine Arbeiten auf letzterem Gebiet haben Pioniercharakter. Ausgehend von der Prandtlschen Grenzschichttheorie entwickelte er u. a. ein numerisch durchführbares Näherungsverfahren zur Bestimmung der Auftriebsverteilung eines endlichen Tragflügels. Dieses Verfahren ermöglichte nunmehr, das Problem des Umschlagens vom laminaren zum turbulenten Strömungszustand zu klären und die Entstehung von Wirbeln in einer laminaren Strömung aufzuzeigen.

Im Jahre 1946 wurde K. Schröder an die Berliner Universität als o. Professor für Angewandte Mathematik berufen und gleichzeitig mit dem Direktorat des II. Mathematischen Instituts betraut. Er hielt von nun an Vorlesungen über: Differential- und Integralrechnung, Theorie gewöhnlicher und partieller Differentialgleichungen, Theorie der Integralgleichungen, Mathematische Mechanik, Potentialtheorie, Laplace-Transformation. Besonders geschätzt waren seine Seminare über neueste Forschungsresultate der Angewandten Mathematik.

Seine Vorlesungen erfreuten sich großer Beliebtheit und wurden immer zahlreich besucht; sie waren übersichtlich und klar, obwohl nicht immer in allen Einzelheiten vorbereitet. Sie erforderten beim Zuhörer aktive Mitarbeit, da der gebotene Inhalt mitunter recht schwierig war.

K. Schröder referierte das behandelte Stoffgebiet erschöpfend und vollständig; er war stets bemüht, etwas von der »Schönheit« des mathematischen Gebäudes zu vermitteln und wesentliche innere Zusammenhänge aufzuzeigen.

Viel Energie und Arbeitskapazität hat K. Schröder auch der Deutschen Akademie der Wissenschaften gewidmet; im Jahre 1950 übernahm er die ihm angetragene Direktion des Forschungsinstituts für Angewandte Mathematik der Akademie, in die er 1952 als ordentliches Mitglied gewählt wurde.

Im Jahre 1959 erfolgte die Wahl K. Schröders zum Rektor der Berliner Humboldt-Universität; dieses verantwortungsvolle Amt übte er bis 1965 aus. Da er gegenüber allen neuen Ideen in der Wissenschaft außerordentlich aufgeschlossen war, stießen die Entwicklung der Rechentechnik, der Kybernetik, der Statistik auf sein förderndes Interesse. So ist auch seinem zukunftsorientierten Denken und seiner Anregung zu verdanken, daß an der Humboldt-Universität 1964 das »Rechenzentrum am II. Mathematischen Institut« – wie es zu Anfang hieß – gegründet wurde. Gleich von Beginn an ist das Rechenzentrum mit digitaler und auch mit analoger Rechentechnik ausgerüstet worden, was sich sowohl für die zu erwartende Anwendung in der Praxis (Rechenaufträge) als auch für die Ausbildung der Studenten als äußerst weitsichtig erwies.

Prof. Dr. habil. Kurt E. Schröder wurde für sein wissenschaftliches Wirken mit hohen Auszeichnungen geehrt, u. a. 1956 mit dem Nationalpreis – einer Ehrung, die 1949 auch seinem Lehrer E. Schmidt zuteil geworden war. Seine Schüler gedenken Kurt Schröders stets in besonderer Hochachtung und Dankbarkeit.

Für zahlreiche wertvolle Hinweise ist der Autor den Herren E. Griepentrog, H. Hadan und W. Wendt zu besonderem Dank verbunden. K. B.

Zum 50. Todestag von Wilhelm Kutta

RZ-Mitteilungen Nr. 8 / Oktober 1994

Abb. 1: Wilhelm Kutta (1867–1944)

Am 25. Dezember 1994 jährt sich zum 50. Mal der Todestag des Mathematikers Martin Wilhelm Kutta. Das soll Anlaß sein, dieses hervorragenden Gelehrten hier besonders zu gedenken, zumal er der Mitschöpfer des in der numerischen Mathematik allbekannten RUNGE-KUTTA-Verfahrens ist. Daß sein Fachkollege Carl David Runge (1856–1927) im Berliner Raum vielleicht etwas mehr bekannt zu sein scheint, mag wohl daran liegen, daß C. Runge ja fast 10 Jahre – nämlich von 1877 bis 1886 – in Berlin tätig war und nach seinem Studium auch als habilitierter Privatdozent an der Berliner Universität wirkte.

Wilhelm Kutta wurde am 3. November 1867 in Pitschen, Niederschlesien, geboren. Da seine Eltern früh verstarben, kam er gemeinsam mit seinem Bruder Karl zu einem Onkel nach Breslau und besuchte dort das Gymnasium. Anschließend studierte er an den Universitäten Breslau (1885–90) und München (1891–94) Mathematik und Physik, hörte aber auch Vorlesungen über Musik, Kunst und Sprachen; so eignete er sich z. B. fundierte Kenntnisse des Griechischen und Arabischen an, was ihm späterhin bei der Veröffentlichung von Arbeiten zur Geschichte der Mathematik zugute kam. Im Jahre 1894 legte er in München die Lehramtsprüfung für Mathematik und Physik ab, ging aber anschließend nicht in den Schuldienst, sondern wurde Assistent für Mathematik bei W. van Dyck an der Technischen Hochschule München (1897–1903). Zwischendurch weilte er 1898/99 zu Studienzwecken in Cambridge (England) und promovierte dann 1900 in München. Bereits zwei Jahre später habilitierte sich W. Kutta an der TH München für Reine und Angewandte Mathematik und übernahm dort 1907 eine a. o. Professur für Angewandte Mathematik. Im Jahre 1909 folgte er einem Ruf an die Universität Jena und 1910 als o. Professor an die TH Aachen. Kuttas letzte Wirkungsstätte war dann die Technische Hochschule Stuttgart, in der er von 1911 bis zu seiner Emeritierung 1935 tätig war. In Fürstenfeldbruck bei München ist er 1944 verstorben.

Durch Benutzung der für die reine Quadraturaufgabe aufgestellten Keplerschen Faßregel für das Integral der rechten Seite einer gewöhnlichen Differentialgleichung der Form

$$y' = f(x, y)$$

haben 1895 Carl Runge und 1900 Karl Ludwig Wilhelm Max Heun (1859–1929) geeignete Formeln zur approximativen Berechnung eines partikulären Integrals für diesen Differentialgleichungstyp abgeleitet.

W. Kutta ging in seiner Dissertation über diese Arbeiten seiner Vorgänger hinaus und hat deren Verfahren systematisch ausgebaut und verallgemeinert. Durch gezielten Abgleich der höheren TAYLOR-Glieder (der exakten Lösung und der Näherungslösung) bis zum Glied 4. Ordnung gelang es ihm, die Approximationsgenauigkeit des Verfahrens bis zur 4. Ordnung zu erhöhen, der Quadraturfehler ist somit von der Ordnung h^5, wenn h die Schrittweite bedeutet.

Kutta hat mehrere Formeln für die approximative Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen 1. Ordnung angegeben, darunter wird der Formelsatz

$$y_{n+1} = y_n + hk \text{ mit } k = (k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4)/6$$

(k_i sind geeignete Werte von f) als »klassisches RUNGE-KUTTA-Verfahren« bezeichnet. Bemerkenswert darin ist, daß zur Berechnung von y_{n+1} nur explizit bestimmbare Zwischenwerte für y verwendet werden (also nicht aus impliziten Formeln ermittelt werden müssen) und daß nur Werte von f selbst benutzt werden (also z. B. keine zusätzlichen Ableitungen zwischendurch berechnet werden müssen). Mit diesem Verfahren hat W. Kutta einen günstigen Kompromiß zwischen beachtlicher Genauigkeit und bequemem Rechenaufwand gefunden – man mußte ja zu seiner Zeit noch »von Hand« rechnen. In der für ihn typischen Arbeitsweise hat er im übrigen die praktische Anwendbarkeit des Verfahrens überprüft, indem er markante Beispiele bis zu den Zahlenergebnissen einzeln durchrechnete. Späterhin ist das RUNGE-KUTTA-Verfahren noch ausgedehnt worden auf die Lösung von Differentialgleichungen höherer Ordnung, insbesondere durch E. J. Nyström (1925 – für Differentialgleichungen 2. Ordnung) und Rudolph Zurmühl (1940 und 1948 – für Differentialgleichungen n-ter Ordnung).

In gleicher Weise wie Mathematikern ist Kuttas Name auch Luftfahrttechnikern und Strömungsmechanikern bekannt. Denn W. Kutta hat sich intensiv auch mit Hydro- und Aerodynamik befaßt, seine Habilitationsarbeit schrieb er über Auftriebskräfte in strömenden Flüssigkeiten. Bekannt geworden ist in diesem Zusammenhang die sog. »Kuttasche Abflußbedingung« (1902); sie liefert ein funktionentheoretisch formuliertes Kriterium für das glatte Abströmen einer zirkulierenden Flüssigkeit an einem kreisförmigen Profil. Eng verknüpft mit der Zirkulation *G* eines um einen Körper strömenden Mediums ist der Auftrieb *A*, den der umströmte Körper dadurch erfährt. Den Zusammenhang zwischen *A* und *G* liefert die »KUTTA-JOUKOWSKIsche Formel«

$$A = p \cdot v \cdot G \cdot b$$

in der p die Dichte des Mediums, v der Betrag der relativen Strömungsgeschwindigkeit und b die Körperbreite (z. B. Spannweite eines Tragflügels) bedeuten. Diese Formel ist nach dem russischen Mathematiker und Aerodynamiker Nikolai J. Joukowski (1847–1921) mitbenannt, der sich in Moskau mit allgemeiner Mechanik, Ballistik u. a. befaßte und 1906 auf gleiche Ergebnisse wie W. Kutta stieß.

Die erste Anregung zu seinen zahlreichen wissenschaftlichen Veröffentlichungen erhielt W. Kutta von dem Physiker Ludwig E. Boltzmann (1844–1906), der in den Jahren 1889 bis 1894 an der Münchner Universität Vorlesungen hielt und – aller Wahrscheinlichkeit nach – auch Kuttas Lehrer gewesen ist. Ab 1912 schrieb W. Kutta keine Veröffentlichungen mehr, sondern widmete sich nach Übernahme des Stuttgarter Lehrstuhls ausschließlich der Lehre. Es ist überliefert, daß er wegen der Klarheit und Anschaulichkeit seiner Vorlesungen als Hochschullehrer sehr geschätzt wurde. Einer seiner Kollegen an der Stuttgarter Hochschule, F. Pfeiffer, urteilte in einer Würdigung zu Kuttas 70. Geburtstag: »Seine Vorlesungen und Übungen waren nach Form und Inhalt so beschaffen, daß Ingenieure und Mathematiker gleicherweise größten Gewinn davon haben konnten. Wesentliches Moment ... war immer das Herausarbeiten des mathematischen Gedankens in voller Klarheit, dabei fehlte nie die lebendige Bezugnahme zu den Anwendungen.«

Vom Rechenzentrum der Technischen Universität Dresden wurde uns eine Photographie Wilhelm Kuttas zur Verfügung gestellt, wofür wir an dieser Stelle vielmals danken. C. S.

Zum 150. Geburtstag von L. E. Boltzmann

RZ-Mitteilungen Nr. 9 / Dezember 1994

Abb. 1: Ludwig Eduard Boltzmann (1844–1906)

Im Jahre 1844 wurde der bedeutende Physiker und Mathematiker Ludwig Eduard Boltzmann in Wien geboren. Er hat unter anderem bei Joseph Loschmidt (1821–95) und Josef Stefan (1835–93) studiert, 1866 an der Universität Wien promoviert und danach dort eine Assistentenstelle bekleidet. Im Jahre 1869 wurde er Physikprofessor an der Universität Graz und 1873 Mathematikprofessor in Wien, kehrte aber 1876 wieder nach Graz zurück. Weitere Stationen waren die Universitäten in München (ab 1889), Wien (1894), Leipzig (1900) und wieder Wien (1902), wo er jeweils als Professor für theoretische Physik wirkte und auch Naturphilosophie lehrte.

Boltzmanns Lebensarbeit galt (gemäß einer Einschätzung des Physikers Arnold Sommerfeld) der Einordnung der Thermodynamik in das Weltbild der klassischen Mechanik. Er schuf die Grundlagen zu einer umfassenden Statistik des physikalischen Geschehens, wobei er den sonst üblichen Wahrscheinlichkeitsbegriff schärfer faßte. Das von ihm aufgestellte Boltzmannsche H-Theorem zeigt auf, daß das Weltgeschehen von unwahrscheinlichen Anfangszuständen zu wahrscheinlichen Endzuständen fortschreitet, wodurch der einseitig gerichtete Verlauf thermodynamischer Prozesse seine Erklärung findet.

Durch seine 1873 erfolgte Bestimmung der Dielektrizitätskonstanten von Gasen lieferte er eine erste experimentelle Bestätigung für eine der Voraussagen der Maxwellschen Lichttheorie. Ihm gelang es, unter Heranziehung statistischer Rechenverfahren einen grundlegenden Zusammenhang zwischen der thermodynamischen Entropie S und der Wahrscheinlichkeit W der jeweiligen molekularen Bewegungszustände in einem gasförmigen Stoffsystem zu finden:

$$S = k \cdot \ln W$$

(dabei ist die Naturkonstante k die sogenannte Boltzmann-Konstante). Diese Formel ist übrigens auch auf seinem Ehrengrab auf dem Zentralfriedhof in Wien festgeschrieben.

Daß L. E. Boltzmann im Zusammenhang mit der modernen Computertechnik zu nennen ist, hat sich erst in neuester Zeit ergeben, und zwar seit es den Boltzmann-Rechner gibt, der 1983 von Hinton und Rajnowski erfunden wurde und mittlerweile zu einem feststehenden Begriff geworden ist. Die statistischen Methoden von Boltzmann haben nämlich dazu Anlaß gegeben, ein neues Rechnerprinzip zu entwickeln, das von der bekannten Struktur des von-Neumann-Rechners völlig verschieden ist.

Der Boltzmann-Rechner (ein Vertreter der Knotenrechner oder Neuronenrechner) ist ein »lernfähiges«, parallel verbundenes, stochastisches Netzwerk mit folgenden Merkmalen:

- Das Netzwerk besteht aus adaptiven Elementen (Knoten) in hierarchischer Organisation und enthält drei Funktionsebenen: Eingangsebene, Ausgangsebene und dazwischen eine interne Ebene. Zwischen den Knoten in diesen Ebenen existieren bidirektionale Ver-

kopplungen, deren Bewertung von stochastischen Einflüssen abhängt.
- Das System läuft abwechselnd in einer Lernphase (mit festen Input-Output-Relationen), einer Testphase (mit festem Input und freiem Output) und einer Korrekturphase, in der die Kopplungsmatrix erforderlichenfalls korrigiert wird.
- Das System wird solange »belehrt« (ein Durchlauf der drei Phasen ist ein Belehrungszyklus), bis es bei gegebenem Input den gewünschten Output erzielt.

Ein solcher Belehrungsprozeß basiert auf Analogiebetrachtungen zur statistischen Thermodynamik, indem ein bestimmtes Minimalkriterium herangezogen wird, und zwar ist die Zielgröße der Belehrung beim Boltzmann-Rechner das »Energieminimum«. Aus alledem geht bereits hervor, daß der Boltzmann-Rechner kein Universalrechner sein kann, sondern einen Spezialrechner für bestimmte Aufgabenklassen – z. B. Mustererkennung – darstellt.

L. E. Boltzmann starb 1906 in Duino bei Triest. Er war Mitglied der Akademien Amsterdam, Berlin, Göttingen, London, New York, Paris, St. Petersburg, Rom, St. Louis, Stockholm, Turin, Upsala, Washington und Ehrendoktor der Universität Oxford.

Carl Runge – der Mitschöpfer des Runge-Kutta-Verfahrens

RZ-Mitteilungen Nr. 10 / Mai 1995

Abb. 1: Carl Runge (1856–1927)

Carl David Tolmé Runge wurde 1856 in Bremen geboren und hat 1877–80 in Berlin Mathematik und Physik studiert und anschließend promoviert. Schon drei Jahre später habilitierte er sich und wirkte ab 1883 als Privatdozent in Berlin. 1886 zog er nach Hannover und wurde Professor an der dortigen Technischen Hochschule. Im Jahre 1904 berief man ihn als Ordinarius für Angewandte Mathematik an die Universität Göttingen, wo auch Felix Klein bereits seit 1886 wirkte. Runge bekleidete sein Lehramt bis 1924, er galt als ausgezeichneter Pädagoge. Zwischendurch (1911) weilte er als Austauschprofessor in Amerika.

Runge leistete bedeutende Arbeiten zur numerischen Anwendung mathematischer Verfahren auf technische Probleme; er erfand eine große Anzahl zweckmäßiger Methoden, um mit kleinstem Aufwand an numerischer Arbeit zur gewünschten approximativen Lösung komplizierter Probleme gelangen zu können. Er hat damit zur computergestützten Auswertbarkeit mathematischer Aufgabenstellungen wesentlich mit beigetragen.

Wohl jeder mathematisch ausgebildete Programmierer kennt zum Beispiel die Formeln zur Berechnung von Näherungslösungen für Anfangswertaufgaben gewöhnlicher Differentialgleichungen

$$y'(x) = f(x, y(x)),\ \ y(x_0) = y_0,$$

die ihren Entdeckern zu Ehren als klassisches Runge-Kutta-Verfahren bezeichnet wurden. Dieses Verfahren gehört zu den sogenannten expliziten (da nur explizite Berechnungsformeln benutzt werden) s-stufigen Verfahren ($s=4$ beim klassischen Verfahren), die eine schrittweise Berechnung der Näherungslösung mit Hilfe eines gemittelten Anstiegs gemäß

$$\Delta y := h\sum_{j=1}^{s} b_j f(x + c_j h, Y_j)$$

ermöglichen, wobei Δy die Änderung der Näherungslösung im Intervall $[x,x+h]$, b_j die Gewichte der Mittelung und Y_j sukzessiv bestimmbare Zwischenwerte

$$Y_i := j + h\sum_{j=1}^{i-1} a_{ij} f(x + c_j h, Y_j),\ \ i = 1,\ldots,s$$

bezeichnen.

Die ein Verfahren aus dieser Klasse charakterisierenden Parameter a_{ij}, c_j, b_j, $1 \leq j \leq i \leq s$ werden so bestimmt, daß die Taylorentwicklung für den Zuwachs Δy nach Potenzen der Schrittweite h möglichst weit mit derjenigen des exakten Zuwachses $y(x+h)$ -y für die Lösung übereinstimmt. Carl Runge hat als erster in seiner in den Mathematischen Annalen 1895 publizierten Arbeit ein mehrstufiges Verfahren angegeben, auf das er bei seinem Versuch gestoßen war, die bekannte Simpson-Regel zur approximativen Berechnung von bestimmten Integralen auf Differentialgleichungen zu übertragen. Er entwickelte ein 4 stufiges Verfahren, mit dem er die Ordnung $p=3$ (Übereinstimmung der Koeffizienten der Taylorentwicklung bis zum Glied mit h^3) erreichte. Seine Arbeit hat dann vor allem Karl Ludwig Wilhelm Max Heun (1859–1929) und Martin Wilhelm Kutta (1867–1944) zur systematischen Untersuchung solcher expliziten mehrstufigen Verfahren inspiriert. Die allgemeine Form expliziter s-stufiger Verfahren wurde von Kutta angegeben, während Heun eine Teilklasse derartiger Verfahren untersuchte.

Übrigens hat Kutta bereits in seiner Arbeit (Zeitschrift für Mathematik und Physik, 1901) die sich später als beweisbar erwiesene Vermutung geäußert, daß es unmöglich ist, ein explizites Verfahren der Ordnung $p=5$ mit $s=5$ Stufen zu konstruieren.

Die Entwicklung der mehrstufigen Verfahren war damit keinesfalls abgeschlossen und wurde besonders mit dem Erscheinen der Computer weiter fortgesetzt. Eingebettete Runge-Kutta-Verfahren zur ökonomischen Durchführung der Schrittweitensteuerung und implizite Runge-Kutta-Verfahren, die wesentlich bessere asymptotische Eigenschaften als explizite mehrstufige Verfahren haben (und damit insbesondere bei sogenannten »steifen« Problemen eingesetzt wurden), gehören heute zur Standardausrüstung jeder mathematischen Software.

Ein weiteres wesentliches Arbeitsgebiet Runges war die Ausgleichsrechnung (1897), die das Ziel verfolgt, etwa mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate aus fehlerbehafteten Meßwerten Näherungswerte für die zu messenden Größen zu gewinnen und deren Genauigkeit anzugeben. Außerdem befaßte sich Runge mit der Approximation und Interpolation von Funktionen (Satz von Runge, 1901), mit harmonischer Analyse (1902) sowie mit der Summation trigonometrischer Polynome. Er hat auch praktikable Methoden für grafisches Rechnen entwickelt (grafische Lösung algebraischer Gleichungen und partieller Differentialgleichungen) und darüber – neben anderem – ein Lehrbuch verfaßt.

In seinen späteren Lebensjahren wandte sich Runge stärker der Physik zu (Messung von Spektrallinien in der Optik) und widmete sich auch ganz speziellen praktischen Problemen: So entwickelte er Ortsbestimmungsverfahren auf See und im Ballon und löste Probleme aus der Festigkeitslehre. Carl Runge starb 1927 im Alter von 70 Jahren in Göttingen.

Klaus Biener, Werner Wendt *

** Dr. sc. nat. Werner Wendt, Mitbegründer und langjähriger Mitarbeiter unseres Rechenzentrums, ist am Institut für Mathematik, Bereich Angewandte Mathematik tätig.*

Zum 140. Todestag von J. C. F. Gauß

RZ-Mitteilungen Nr. 11 / November 1995

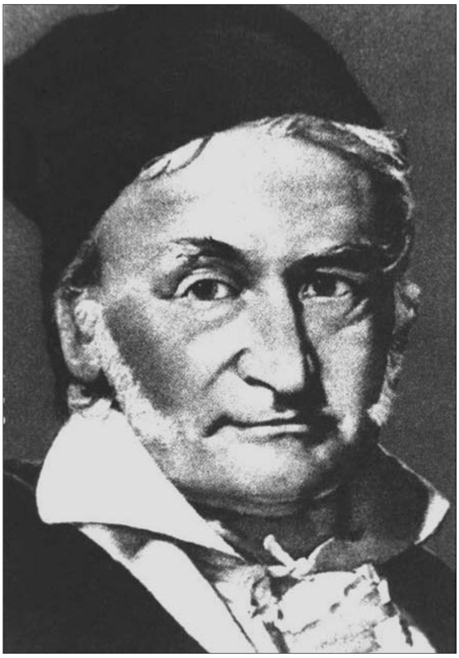

Abb. 1: Johann Carl Friedrich Gauß (1777–1855)

Am 23. Februar 1995 jährte sich zum 140. Male der Todestag des genialen Mathematikers und Astronomen Johann Carl Friedrich Gauß, der 1855 im Alter von fast 78 Jahren in Göttingen verstorben ist. Nach seinem Tode wurde im Auftrag des damals regierenden Königs Georg V. von Hannover eine Gedenkmedaille mit dem Bildnis von Gauß geprägt, die ihn als »Fürst unter den Mathematikern« bezeichnet. Jahre zuvor war ihm auf Anregung Humboldts die höchste Auszeichnung des preußischen Staates, der Pour le mérite verliehen worden. Diese hohen Ehrungen bestätigen den Umstand, daß Gauß bereits zu Lebzeiten unbestritten auf der ganzen Welt als höchste Autorität im Bereich der Mathematik und ihrer Anwendungen galt. Schon seine schätzungsweise 7 000 Briefe – geschrieben in einem halben Dutzend verschiedener Sprachen – lassen etwas von seinem internationalen Rang ahnen!

Tatsächlich waren seine mathematischen Neuentdeckungen mitunter so kühn, daß er diese der Öffentlichkeit gar nicht mitzuteilen wagte, weil er das »Geschrei der Böotier« fürchtete (wie es 1829 in einem Brief an seinen Freund F. W. Bessel heißt); so mußte er es beispielsweise erleben, daß ihm N. I. Lobatschewskij und J. Bólyai mit der Veröffentlichung der Nichteuklidischen Geometrie zuvorkamen, obwohl er diese bereits 30 Jahre vorher durchdacht und die entsprechenden Aufzeichnungen im Schubfach verwahrt hatte.

Gauß wurde 1777 in Braunschweig geboren. Seine außerordentliche mathematische Begabung zeigte sich schon im Kindesalter. Später hat er im Scherz von sich behauptet, daß er eher rechnen als sprechen gelernt hätte. Seine Lehrer wurden sehr bald auf ihn aufmerksam. Der Mathematikprofessor des Braunschweiger Collegium Carolinum (der späteren Technischen Hochschule), August Wilhelm v. Zimmermann, stellte 1791 den Gymnasiasten Gauß dem Herzog C.Wilhelm Ferdinand von Braunschweig vor. Daraufhin gewährte ihm der Herzog Stipendien sowohl für den weiteren Besuch des Gymnasiums als auch für das Mathematik- und Philologiestudium in Göttingen (1795–1798) sowie für die anschließende Zeit, bis Gauß im Jahre 1807 Mathematikprofessor und Direktor der Sternwarte in Göttingen wurde.

Es war durchaus nicht von Anfang an sicher, ob sich Gauß überhaupt ständig der Mathematik widmen sollte (seine wissenschaftliche Tätigkeit in diesem Fach hatte er bereits mit 14 Jahren begonnen!), denn er beherrschte mehrere Fremdsprachen und schwankte in der Wahl zwischen Mathematik und Philologie! Die endgültige Entscheidung fiel, als ihm der Nachweis gelungen war, daß das reguläre 17-Eck allein mit Zirkel und Lineal konstruierbar ist. Dieses geometrische Problem hatten seit dem Altertum Mathematiker zu lösen versucht und es schließlich für unlösbar erklärt. Gauß fand die Lösung 1796 quasi als Nebenergebnis bei zahlentheoretischen Untersuchungen.

Bereits 1799 promovierte Gauß, und zwar in einem für die damalige Zeit wohl denkwürdigen Verfahren: Die Universität Helmstedt verlieh dem Studenten der Göttinger Universität in Abwesenheit und ohne mündliche Prüfung den Doktorgrad für den ersten exakten Beweis des Fundamentalsatzes der Algebra. Schon im Alter von 19 bis 21 Jahren schrieb er sein erstes Buch, die umfangreichen Disquisitiones arithmeticae (Arithmetische Untersuchungen), mit deren Erscheinen er unter den Mathematikern weltberühmt wurde; z. B. wählte ihn die Petersburger Akademie spontan zu ihrem korrespondierenden Mitglied. Mit den Disquisitiones wurde die Zahlentheorie mit einem Schlag zu einer systematischen Wissenschaft gekürt; Gauß untersucht darin in 3 Hauptteilen die Theorie der Kongruenzen, die Theorie der quadratischen Formen und schließlich die Theorie der Kreisteilung; hierin behandelt er nicht nur die Siebzehnteilung des Kreises, sondern er stellt auch das von ihm gefundene allgemeine Prinzip vor, nach dem sich alle mit Zirkel und Lineal konstruierbaren regelmäßigen Vielecke ermitteln lassen.

Neben weiteren zahlreichen, bis heute gültigen Neuschöpfungen auf verschiedenen Gebieten der reinen Mathematik (Fehlertheorie, Theorie der elliptischen Funktionen, Flächentheorie, Primzahltheorie, Darstellung der komplexen Zahlen, Potentialtheorie) vollbrachte Gauß auch bedeutende praxisorientierte Leistungen in anderen wissenschaftlichen Bereichen. So übernahm er 1818 einen Auftrag zur Vermessung des Königreichs Hannover – eine Arbeit, die 25 Jahre andauerte und bei der insgesamt 2600 trigonometrische Punkte von der Nordsee bis zum Inselsberg eingemessen wurden. Für diese Arbeiten (an denen er 5 Jahre persönlich teilnahm) erfand er eigens das Heliotrop, ein Meßgerät, bei dem das Sonnenlicht für Vermessungssignale über große Entfernungen ausgenutzt wird. Mit der Vermessung des (damals größten vermessenen) Dreiecks zwischen dem Brocken (1142 m), dem Inselsberg (915 m) und dem bei Göttingen gelegenen Hohen Hagen (508 m) wollte Gauß (nach Überlieferung seines Altersfreundes S. von Waltershausen) auch nachprüfen, bis zu welchem Genauigkeitsgrad die Euklidische Geometrie in der realen Welt gilt. Es sei dazu angemerkt, daß mit einer entsprechenden Graphik auf der aktuellen 10-DM-Banknote der Deutschen Bundesbank auf Gauß' Triangulierungstätigkeit hingewiesen wird.

In der Mechanik stellte er das Prinzip des kleinsten Zwangs auf, in der Optik verbesserte er die bis dahin üblichen Methoden der Strahlengangberechnung für ein Linsensystem. In der Astronomie befaßte er sich unter anderem mit Fragen der Zeitrechnung und des Kalenders. So hat er eine praktikable Regel zur Berechnung des Osterdatums im gregorianischen Kalender hergeleitet.

Im Sommer 1824 erhielt Gauß einen Ruf nach Berlin, um die Stelle eines hauptamtlichen Akademiemitgliedes ohne Lehrverpflichtung einzunehmen. Das war durchaus ein verlockendes Angebot für ihn, denn den Lehrbetrieb mochte er nicht sonderlich gern. (Gleichwohl hielt er noch 1850/51 in Göttingen Vorlesungen über die Methode der kleinsten Quadrate, wovon der damals 19-jährige Richard Dedekind als Hörer außerordentlich tief beeindruckt wurde.) Aber Gauß fühlte sich in Göttingen bereits gebunden. Ebenso haben sich auch Hannover, London und Petersburg um ihn bemüht.

Im Jahre 1828 weilte er als persönlicher Gast Alexander von Humboldts auf der Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte 3 Wochen in Berlin. Hier lernte er den Physiker Wilhelm Weber (1804-1891) kennen, mit dem er ab 1831 in Göttingen den Erdmagnetismus erforschte und die Zusammenhänge zwischen Magnetismus und Elektrizität untersuchte. Aus dieser gemeinsamen Tätigkeit resultierte 1832 die Erfindung des Magnetometers und 1833 die des ersten elektromagnetischen Telegraphen, durch den Webers physikalisches Institut mit der Sternwarte verbunden wurde. Gauß selbst äußerte danach, daß nun nichts anderes als technische und finanzielle Fragen zu lösen seien, um zu einem Nachrichtensystem über die ganze Erde zu gelangen.

Die Zusammenarbeit von Gauß und Weber erbrachte übrigens auch die wichtige Einführung des absoluten Maßsystems, also die Rückführung aller Maßeinheiten auf die drei Grundgrößen der Länge, Zeit und Masse.

Des weiteren waren Gauß und Weber engagiert in der von A. v. Humboldt gegründeten ersten wissenschaftlichen Gesellschaft, dem sogenannten Magnetischen Verein, tätig, für den erstmals nach standardisierten Verfahren und zu festgelegten Zeiten weltweit das Erdmagnetfeld gemessen wurde. Diese Aktivität des Magnetischen Vereins darf wohl als Vorläufer aller späteren internationalen Kooperationsunternehmen bis hin zum Geophysikalischen Jahr 1957/58 angesehen werden.

Bei der unglaublich großen Vielseitigkeit von Gauß nimmt es kaum noch wunder, daß ihm auch die Rechentechnik eine Reihe von Algorithmen verdankt, die vielfach zur Grundausstattung moderner Software gehören. Erwähnt seien in diesem Zusammenhang die Gaußschen Quadraturverfahren zur numerischen Berechnung ein- oder mehrdimensionaler Integrale, bei denen jeweils nur die Anzahl, nicht aber die Lage der Stützstellen vorgeschrieben wird. Häufig verwendet wird auch der Gaußsche Algorithmus, ein praktikables Eliminationsverfahren zur Auflösung linearer Gleichungssysteme, gleichermaßen geeignet zur Determinantenberechnung und zur Matrizeninversion. Für die Lösung ebensolcher Probleme dient das Gauß-Seidelsche Iterationsverfahren, das 1874 von Ph. L. Seidel angegeben wurde, aber schon von Gauß in verschiedenen Abwandlungen benutzt worden ist, wie sich nachträglich dank R. Dedekinds Ermittlungen (1901) herausgestellt hat. Große Bedeutung für die praktische Anwendung hat die auf Gauß zurückgehende Ausgleichsrechnung erlangt. Sie verfolgt das Ziel, aus fehlerhaften Meßwerten Näherungswerte für die zu messenden Größen zu gewinnen und deren Genauigkeit anzugeben. Benutzt wird dazu seine Methode der kleinsten (Fehler-)Quadrate, die Gauß zuerst in der Astronomie und Vermessungskunde eingeführt hat. Ihre erste weltweit beachtete Anwendung fand diese Methode 1801 durch Gauß selbst bei seiner Bahnberechnung des Planetoiden CERES aus nur ganz wenigen Positionsmessungen. Auf Grund seiner »zur Bewunderung genauen« Berechnung gelang den Astronomen die aufsehenerregende Wiederentdeckung dieses aus der Sicht entschwundenen Planeten. Noch heute werden bei den computergestützten Berechnungen von Umlaufbahnen die Gaußschen Methoden zugrunde gelegt!

Kein Geringerer als Felix Klein, der 1886–1923 ebenfalls an der Göttinger Universität als Mathematiker wirkte, hat zu Beginn einer seiner Vorlesungen Gauß mit folgenden Worten gewürdigt: »Wenn wir uns fragen, worin eigentlich das Ungewöhnliche, Einzigartige dieser Geisteskraft liegt, so muß die Antwort lauten: Es ist die Verbindung der größten Einzelleistung in jedem ergriffenen Gebiet mit größter Vielseitigkeit; es ist das vollkommene Gleichgewicht zwischen mathematischer Erfindungskraft, Strenge der Durchführung und praktischem Sinn für die Anwendung bis zur sorgfältig ausgeführten Beobachtung und Messung einschließlich, und endlich, es ist die Darbietung des großen selbstgeschaffenen Reichtums in der vollendetsten Form«.

Übrigens hat Gauß bei seinen wissenschaftlichen Arbeiten stets die Einhaltung eines Wahlspruchs angestrebt, der auch auf seinem Siegelring eingraviert war: PAUCA SED MATURA (knapp, aber ausgereift).

Abschließend seien Gauß' eigene Worte wiedergegeben, die in der Gedenkschrift eines seiner engsten Freunde im Alter, Sartorius von Waltershausen, zu finden sind und etwas über sein Weltbild aussagen: »Es gibt in dieser Welt einen Genuß des Verstandes, der in der Wissenschaft sich befriedigt, und einen Genuß des Herzens, der hauptsächlich darin besteht, daß die Menschen einander die Mühsale, die Beschwerden des Lebens sich gegenseitig erleichtern. Man wird zu der Ansicht gedrängt, für die ohne eine streng wissenschaftliche Begründung so vieles andere spricht, daß neben dieser materiellen Welt noch eine andere rein geistige Weltordnung existiert mit ebensoviel Mannigfaltigkeiten als die, in der wir leben – ihr sollen wir teilhaftig werden«.

Zum 150. Todestag von Friedrich Wilhelm Bessel

RZ-Mitteilungen Nr. 12 / Mai 1996

Abb. 1: Friedrich Wilhelm Bessel (1784–1846)

Während heute weite Gebiete der Astronomie von der Physik beherrscht werden, so war bis nach Bessels Zeiten die Wissenschaft von den Sternen zum großen Teil eine Domäne der angewandten Mathematik. Es kann daher kaum verwundern, wenn bekannte Astronomen auch versierte Mathematiker gewesen sind – man denke zum Beispiel an Johannes Kepler (1571–1630), Wilhelm Schickard (1592–1632), Pierre Simon Laplace (1747–1827) oder Carl Friedrich Gauß (1777–1855). Ebenso war Friedrich Wilhelm Bessel (1784–1846) nicht nur einer der bedeutendsten Astronomen, sondern er hat auch auf mathematischem Gebiet herausragende Ergebnisse hinterlassen, die noch heute zum Lehrstoff eines Mathematikstudiums gehören.

So hat er die Lösung einer nach ihm benannten Klasse von Differentialgleichungen mit variablen Koeffizienten untersucht, welche in der mathematischen Physik eine wichtige Rolle spielen:

$$x^2 y'' + xy' + (x^2 - n^2) y = 0$$

man erhält diese, wenn man die Schwingungen einer am Rand eingespannten Membran untersucht und in der daraus resultierenden partiellen Differentialgleichung einen Separationsansatz (Trennung von Zeitund Ortsvariablen) vornimmt. Bessel gab die Lösung in Form von immer konvergierenden Potenzreihen $J_n(x)$ an (Bessel-Funktion n-ter Ordnung), er untersuchte deren Eigenschaften, gab Rekursionsformeln für $J_n(x)$ an und lieferte damit einen wesentlichen Beitrag zur Theorie der Zylinderfunktionen. Er hat auch 10stellige Tafeln von J_0 und J_1 erstellt, als er diese für astronomische Berechnungen von planetarischen Störungen benötigte. Den Namen »Bessel-Funktionen« erhielten die $J_n(x)$ $(n = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots)$ 1857 auf Vorschlag von Oscar Xaver Schlömilch (1823–1901).

Bei seinen astronomischen Forschungen fand Bessel heraus, daß die faktische Verteilung von zufälligen Fehlern in großen Beobachtungsreihen der Normalverteilung entspricht. Er führte auch die bekannte Formel

$$m = \sqrt{\tfrac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n} d_1^2}$$

für die Abschätzung des mittleren quadratischen Fehlers m einer gemessenen Größe in die mathematische Praxis ein (d_i = Abweichungen vom arithmetischen Mittel der gemessenen Größe bei n Messungen).

Bis heute wird auch die Besselsche Interpolationsformel in der Numerik angewendet, die gegenüber anderen Interpolationsformeln spezielle strukturelle Vorzüge besitzt.

Im ersten Heft des »Königsberger Archivs« (1812) hat Bessel die Ergebnisse seiner Untersuchungen zum Integrallogarithmus

$$\int \frac{dx}{\ln x}$$

veröffentlicht, für den er eine Potenzreihe fand, die auch für große Argumentwerte gilt. Dadurch gelang es ihm, 7stellige Tafeln für die Integralwerte anzufertigen, die er brieflich an C. F. Gauß sandte, der erfreut großes Lob spendete.

Bemerkenswert ist auch die von Bessel gefundene optimale Darstellung einer Funktion durch ein trigonometrisches Polynom n-ten Grades; bei dieser Darstellung ändern sich die für gegebenes n bereits berechneten Koeffizienten mit dem Hinzufügen neuer Summanden nicht mehr, d. h. man kann die Genauigkeit der Approximation beliebig dadurch erhöhen, daß man zu den berechneten Gliedern neue hinzufügt.

All diese mathematischen Untersuchungen sind um so erstaunlicher, als Bessel während seiner Ausbildungszeit höhere Mathematik lediglich autodidaktisch betrieben hatte. In Minden geboren, besuchte er dort das Gymnasium, das er mit Einwilligung seines Vaters nach der dritten Klasse verließ, um zu Hause völlig selbständig die Fächer zu erlernen, für die er sich interessierte (Mathematik, Geografie, Deutsch und Französisch).

1799 kam Bessel für sieben Jahre nach Bremen in die Lehre als Handelskaufmann. Nebenher besuchte er dort die Navigationsschule, um hauptsächlich den astronomischen Teil der Nautik und die mathematische Geographie zu erlernen. Allmählich erwachte sein Interesse für die Astronomie; die ersten Meßinstrumente (Sextant etc.) baute er sich selbst und begann 1803 mit eigenen astronomischen Beobachtungen. Bereits 1804, also im 20. Lebensjahr, verfaßte er seine erste wissenschaftliche Arbeit und berechnete die Umlaufbahn des Halleyschen Kometen vom Jahre 1607. Die Berechnungen umfassen 330 Manuskriptseiten und zeigen, welche ungewöhnlichen mathematischen Fertigkeiten sich Bessel angeeignet hatte. Er legte diese Arbeit dem damals besten Kometenfachmann Deutschlands vor, dem bekannten Arzt und Astronom Heinrich Wilhelm Olbers, der ebenfalls in Bremen wirkte. Olbers war überrascht von Bessels »ungemeinen mathematischen und astronomischen Kenntnissen und der ausgezeichneten Geschicklichkeit in den schwersten Teilen des Calculs« und schlug sofort die Veröffentlichung vor, welche noch Ende 1804 erfolgte. Diese Publikation beeindruckte den 27jährigen C. F. Gauß derart, daß er Bessel um Unterstützung bei der »Berechnung des geozentrischen Laufs dreier neuer Planeten« bat. Der daraus entstandene Briefwechsel zwischen Gauß und Bessel dauerte über 40 Jahre!

Bessel durfte ab sofort die Instrumente von Olbers' Privatsternwarte mit benutzen und führte nun regelmäßig astronomische Beobachtungen durch. Er war entschlossen, sich künftig nur noch der Astronomie zu widmen. Im Jahre 1806 beendete er seine kaufmännische Ausbildung und nahm durch Olbers' Vermittlung die Stelle eines Observators im benachbarten Lilienthal an der Privatsternwarte von Johann Hieronymus Schröter ein – diese war damals eine der besten Sternwarten Europas. Hier blieb Bessel vier Jahre lang und veröffentlichte in dieser Zeit 51 wissenschaftliche Arbeiten! Dadurch wurde er in Fachkreisen schnell bekannt und erhielt mehrere Stellenangebote, u. a. einen Ruf als Professor nach Leipzig, ebenso nach Greifswald und Düsseldorf.

Wilhelm von Humboldt, seinerzeit preußischer Staatsminister für Kultur und Unterrichtswesen, veranlaßten die Leistungen Bessels, im Jahre 1810 dessen Berufung zum Professor für Astronomie an die Königsberger Albertus-Universität und zum Direktor der dort zu errichtenden Universitätssternwarte zu betreiben. Bessel sagte zu und blieb bis an sein Lebensende 1846 in Königsberg. Im Jahre 1811 wurde ihm noch auf Anregung von Olbers und Gauß in einem besonderen Promotionsverfahren von der Universität Göttingen der Doktorgrad verliehen.

Im Jahre 1812 heiratete Bessel die Tochter des Königsberger Chemie- und Pharmazieprofessors Karl Gottfried Hagen; aus der überaus glücklichen Ehe gingen zwei Söhne und drei Töchter hervor, doch haben seine Söhne ihn nicht überlebt.

Bessels Wirken in Königsberg bestand aus regelmäßigen Vorlesungen und intensiver, fruchtbarer Forschungsarbeit. Die Astronomie stand damals vor bedeutenden Aufgaben: Bestimmung der wahren Gestalt der Erde zum Zwecke einer exakten Kartierung, exakte Messung der Zeit, Nachprüfung der (damals keineswegs allgemein anerkannten) Newtonschen Gravitationsgesetze mit Hilfe von astronomischen Beobachtungen hoher Genauigkeit. (Newton hatte ja keine Antwort auf die Fragen geben können, welcherart die Natur der Gravitation ist, wie sie durchs Vakuum geleitet wird, warum träge und schwere Masse äquivalent sind u. a. m.)

Bessel widmete sich daher zuerst der exakten Positionsastronomie, um ein zuverlässiges »Himmels-Koordinatensystem« zur Verfügung zu stellen. So hat er in jahrelanger Beobachtungs- und Rechenarbeit die Örter von 32 000 Sternen bestimmt und wurde damit zum Urheber der sogenannten Akademischen Sternkarten und zum Schöpfer der hochpräzisen Astrometrie. Er entwickelte Ideen zur Konstruktionsvervollkommnung astronomischer Instrumente und schuf eine Theorie der instrumentellen und persönlichen Beobachtungsfehler, er lieferte grundlegende Arbeiten zur Definition astronomischer und geodätischer Fundamentalgrößen. Zur Vorausberechnung des Beginns einer Sonnenfinsternis für einen vorgegebenen Punkt der Erde erarbeitete er eine allgemeine Methode, die 1842 veröffentlicht wurde und bis heute in der Astronomie benutzt wird.

Auf Anregung der Berliner Akademie bestimmte Bessel die Länge des Sekundenpendels und schuf damit die Grundlagen für ein neues Naturmaß. Er entdeckte die Polhöhenschwankung der Erde und wies eine periodische Lageänderung der Erd-Rotationsachse nach. Seine geodätische Gipfelleistung war die für seine Zeit genaueste Bestimmung eines mathematischen Modells der Gestalt der Erde, das in der Geodäsie seither als Bessel-Ellipsoid bezeichnet wird. Außerdem bescherte er der Wissenschaft die Lösung des Problems der jährlichen parallaktischen Bewegung der Sterne. Seine Arbeiten wurden von der Pariser und der Berliner Akademie preisgekrönt. Indem Bessel 1838 mit Hilfe eines Fraunhoferschen Heliometers die Parallaxe eines Fixsterns (des 61. Sterns im Sternbild Schwan) berechnet hat, war er damit der erste, der eine kosmische Entfernung (10,28 Lichtjahre) jenseits der Grenzen unseres Sonnensystems mit bewundernswerter Genauigkeit bestimmt hat.

Für dieses fundamentale Resultat benötigte Bessel 99 Beobachtungsnächte (verteilt über ein reichliches Jahr); gemäß den Beobachtungsergebnissen stellte er 183 Bedingungsgleichungen auf, die er nach der Methode der kleinsten Quadrate löste!

Bessel hat für seine hohen wissenschaftlichen Verdienste zahlreiche Würdigungen erfahren: Er war Träger des preußischen Roter-Adler-Ordens mit Stern, des Pour le mérite, des russischen Stanislav-Ordens und des schwedischen Polarsterns sowie mehrerer wissenschaftlicher Preise und trug den Titel eines Geheimrates. Er war gewähltes Mitglied der Akademien u. a. von Berlin, Boston, Palermo, Paris, Petersburg, Stockholm sowie mehrerer in- und ausländischer wissenschaftlicher Gesellschaften.

Bessel starb am 17. März 1846 und wurde 100 Meter nordwestlich des Meridiansaales »seiner« Sternwarte, auf dem angrenzenden Neuroßgärter Friedhof beigesetzt. Ein Jahr nach seinem Tod wurde sein Porträt neben denen von Olbers, Gauß, A. von Humboldt und Carl Gustav J. Jacobi (der ebenfalls an der Königsberger Albertina wirkte) in der Sternwarte angebracht. Er hat die astronomische Meßkunst zu einer Vollkommenheit geführt, die mit den damaligen technischen und theoretischen Mitteln nicht mehr zu verbessern war.

Literatur:

[1] Wattenberg, D.: *Vom Kaufmannslehrling zum Astronomen – Friedrich Wilhelm Bessel.* Archenhold-Sternwarte Berlin, 1959.

[2] Lawrynowicz, K.: *Friedrich Wilhelm Bessel.* Birkhäuser Verlag, 1995.

Konrad Zuse – Nachruf

Dipl.-Ing., Honorarprofessor, Dr.-Ing. E. h. mult, Dr. rer. nat. h. c. mult., Dr. techn. h.c., Dr. sc. techn. h. c., Dott. h.c. math.

RZ-Mitteilungen Nr. 12 / Mai 1996

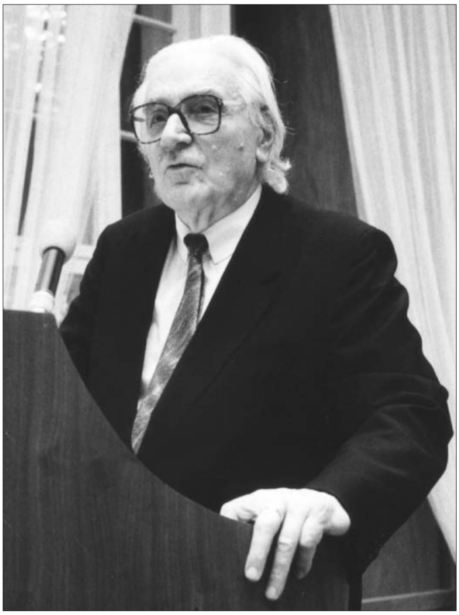

Abb. 1: Konrad Zuse (1910–1995)

Das Leben eines der großen Erfinder unseres Jahrhunderts hat sich erfüllt:

Am 18. Dezember 1995 ist der Computerpionier Prof. Dr. mult. Konrad Zuse in Hünfeld (Hessen) im Alter von 85 Jahren verstorben. Er ist der Schöpfer der ersten vollautomatischen, programmgesteuerten digitalen Rechenanlage. Er hat seine Erfindung hinsichtlich einer Erhöhung der Rechengeschwindigkeit und Speicherkapazität ständig verbessert und hat somit auch an der Weiterentwicklung der Rechenautomaten großen persönlichen Anteil.

Unvergessen wird die erste Begegnung mit Konrad Zuse bleiben, die anläßlich seines Gastvortrages im Oktober 1990 in der Berliner Humboldt-Universität möglich wurde. Der bereits 80jährige Computerpionier wurde damals im überfüllten Senatssaal der Universität mit begeisterten Ovationen begrüßt, war er doch für uns – die wir ihn vorher nie erleben konnten – schon fast zu einer lebenden Legende geworden.

Seine Kindheit und Gymnasialzeit verbrachte Konrad Zuse in Braunsberg im damaligen Ostpreußen, wo sein Vater Postbeamter war. In den Jahren 1928–1935 studierte er an der Technischen Hochschule Berlin-Charlottenburg Maschinenbau und Bauingenieurwesen und arbeitete nach seinem Examen als Statiker bei den Henschel-Flugzeugwerken in Berlin-Schönefeld. Die dort erforderlichen, sich prinzipiell wiederholenden Routinerechnungen ließen die Überzeugung reifen, dafür Automaten einsetzen zu können.

Konrad Zuse befaßte sich zunächst mit dem von W. v. Leibniz erfundenen dualen Zahlensystem und entwarf dafür eine technische Umsetzung. Schließlich begann er 1936 in der elterlichen Wohnung in Berlin zu bauen, und bereits 1938 gelang ihm die Herstellung des ersten aus rein mechanischen Schaltgliedern aufgebauten Rechenautomaten Z1. In ihm waren bis auf die interne Programmspeicherung alle Grundprinzipien realisiert, nach denen auch heute Digitalrechner konstruiert sind. Die Z1 arbeitete verhältnismäßig langsam; Zuse bezeichnete sie als sein erstes Versuchsmodell, das er damals mit den Weiterentwicklungen Z2 und Z3 noch erheblich verbesserte, insbesondere dadurch, daß er zur elektromagnetischen Relaistechnik überging. Im Mai 1941 war mit der Z3 schließlich der erste voll funktionsfähige programmgesteuerte Rechenautomat in der Computergeschichte fertiggestellt; er zeichnete sich durch folgende epochale Neuerungen aus, die Konrad Zuse in den Rechenanlagenbau einbrachte und ohne die die heutigen Hochleistungs-Computer undenkbar wären:

1. die Verwendung des Dualsystems anstelle des traditionellen dekadischen Zahlensystems,
2. die Verwendung der halblogarithmischen Zahlendarstellung (Gleitpunkt-Darstellung),
3. die Einführung des Prinzips der Programmierung mit codierten Adressen.

Im Krieg sind leider 1943 alle drei Maschinen durch Bombardierung zerstört worden. Glücklicherweise gelang aber Konrad Zuse in späteren Jahren ein originalgetreuer Nachbau sowohl der Z1 als auch der Z3. Die Z3 wird seit 1960 im »Deutschen Museum« in München aufbewahrt. Die Z1 kann seit 1989 im Berliner »Museum für Verkehr und Technik« besichtigt werden; sie zeugt von der hervorragenden Gedächtnisleistung des 75jährigen Erbauers, denn auch die Konstruktionsunterlagen waren im Krieg weitgehend zerstört worden.

Natürlich erwog man seinerzeit auch den Einsatz von Röhren. Schon 1937 – also während des Aufbaus der Z1 – brachte Konrad Zuses Studienfreund und Mitarbeiter Helmut Schreyer die Idee ein, die Schaltalgebra im Rechner mit Röhren zu realisieren. Die Aussicht, die Rechengeschwindigkeit dadurch etwa vertausendfachen zu können, mutete damals phantastisch an! Sofort arbeitete Helmut Schreyer intensiv an einer Lösung und legte seinen Entwurf in einer Dissertation nieder; bereits 1938 konnte an der TH Berlin-Charlottenburg eine entsprechende Versuchsschaltung vorgeführt werden. Als man aber ankündigte, für einen kompletten Rechner 2000 Röhren zu benötigen, erntete man ungläubiges Kopfschütteln. Die Hochfrequenz-Experten konnten sich nicht vorstellen, daß ein Gerät mit so vielen Röhren jemals funktionieren könne. So entschloß sich Konrad Zuse, in seinen Weiterentwicklungen der Zuverlässigkeit den Vorrang vor der Rechengeschwindigkeit einzuräumen und am bewährten elektromagnetischen Relais als Schaltglied festzuhalten. Dabei blieb er auch, als er noch in der 2. Kriegshälfte die Z3 zu einem universellen Gerät verbesserte und die Z4 konstruierte. Die Z4 blieb als einzige der ersten Zuseschen Maschinen vor Bombenzerstörung bewahrt, und im März 1945 gelang ihre abenteuerliche Verlagerung über Göttingen in das Allgäu, danach wurde sie 1950 an die Eidgenössische Technische Hochschule Zürich vermietet und im Institut bei Eduard Stiefel aufgestellt, wo sie bis 1956 zuverlässige Dienste leistete (u. a. Heinz Rutishauser und Ambros Speiser arbeiteten mit ihr). Für Jahre war sie der einzige funktionstüchtige Rechenautomat Europas! Heute steht sie ebenfalls im »Deutschen Museum« in München.

Im Jahre 1949 gründete Konrad Zuse in Bad Hersfeld die Firma ZUSE KG; sie war die erste Fertigungsstätte für Computer in Deutschland. Hier baute man zunächst noch die überaus zuverlässigen Relaisrechner Z5 und Z11. Dieser Entschluß war sehr realistisch angesichts der Berichte amerikanischer Fachleute auf einem Kolloquium der TU Aachen, daß ihre »riesigen Röhren-Ungetüme (die ENIAC wog 30 Tonnen!) zu zwei Drittel der Zeit wegen Wartung und Pannen außer Betrieb« seien (Berichte der GMD, 1979).

Schließlich wandte man sich auch in der ZUSE KG der Röhrentechnik zu und fertigte ab 1956 den elektronischen Röhrenrechner Z22, der lediglich mit 500 Röhren, aber mit 2400 Halbleiterdioden bestückt war. Er arbeitete mit einer Wortlänge von 38 Bit und mit einer Taktfrequenz von 140 kHz und besaß neben der Magnettrommel (8192 Speicherplätze) einen Ferritkernspeicher mit 25 Plätzen. Für die damalige Zeit erwies sich dieser Rechner als recht erfolgreich, denn es wurden ca. 50 Exemplare – u. a. im Hochschulwesen – verkauft. In der Nachfolgemaschine Z23 wurde dann die Transistortechnik angewandt.

Die ZUSE KG wurde ab 1967 sukzessive von Siemens übernommen. Konrad Zuse ist nicht nur als Erfinder und Konstrukteur hervorgetreten, sondern hat sich auch mit theoretischen Problemen befaßt. Ein Hauptergebnis der theoretischen Aufarbeitung seiner gesammelten Erfahrungen war der sogenannte »Plankalkül« (1948), nach heutiger Terminologie eine welterste Programmiersprache, die ihrer Zeit weit voraus war und z. B. arithmetische und logische Operationen auch für strukturierte Mengen zuließ.

Des weiteren ist bemerkenswert, daß sich K. Zuse schon in den fünfziger Jahren mit der Entwicklung von speziellen Feldrechnern zur numerischen Lösung partieller Differentialgleichungen befaßte! Dieses Computerkonzept wurde erst etwa 20 Jahre später in der Parallelrechentechnik wieder aufgegriffen; Zuses Gedankenmodell des »Rechnenden Raumes« (1971) hat heute in den systolischen Arrays moderner Parallelrechner bereits reale Gestalt angenommen. Ende der 70er Jahre hat er sich auch mit Petri-Netzen beschäftigt und über deren Anwendung zwei Bücher verfaßt.

Verständlicherweise wurden K. Zuse für seine epochemachende Erfindung und seine nachfolgenden Pionierleistungen zahlreiche nationale und internationale Ehrungen zuteil. So erhielt er u. a. 1965 den »Henry Good Memorial Award«, eine der bedeutendsten amerikanischen Auszeichnungen, die erstmals 1964 an Howard Aiken verliehen worden war.

Zusammen mit den Raumfahrtpionieren Hermann Obert und Wernher v. Braun wurde er 1969 in Wien mit der »Wilhelm-Exner-Medaille« geehrt. Er ist Träger des großen Verdienstkreuzes des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland. K. Zuse hatte auch eine Professur inne: 1966 wurde er als Honorarprofessor an die Universität Göttingen berufen. Er ist Inhaber mehrerer Ehrendoktorate, so der TU Berlin, der Universität Hamburg und der TU Dresden. Im Jahre 1972 wählte ihn die Deutsche Akademie der Naturforscher, die »Leopoldina« in Halle, zu ihrem Mitglied; die National Academy of Engineering in Washington ernannte ihn zum außerordentlichen Mitglied. Verschiedene Bildungseinrichtungen sind nach ihm benannt worden; so auch das Gymnasium in Hoyerswerda, auf dem K. Zuse sein Abitur abgelegt hatte.

Es zeugt von hoher moralischer Verantwortung des Forschers gegenüber den Folgen seiner Erfindung, daß Konrad Zuse im reifen Alter auch kritische Worte gegen die in der Neuzeit zu beobachtende, alles durchdringende und alles erfassende Computerhörigkeit der modernen Gesellschaft äußerte. In einem seiner letzten Vorträge hat er noch einmal eindringlich davor gewarnt, die menschlichen Lebensbereiche bedenkenlos dem Computer zu unterwerfen. Denn die Gefahren liegen auf der Hand: Die Tatsache, daß Computer auch Fehler machen (als endliche Automaten machen müssen!), hat bei der Anwendung schon verschiedentlich zu Katastrophen geführt.

In seiner öffentlichen Würdigung auf dem Festakt zum 80.Geburtstag von Konrad Zuse hat N.J.Lehmann, der Erbauer des Dresdner Digitalrechners D1, darauf hingewiesen, daß die Bezeichnung »von-Neumann-Architektur« eigentlich historisch inkorrekt ist, und er hält die Bezeichnung »Zuse-Architektur« für ebenso berechtigt. Es ist durchaus denkbar, daß sich in der Fachterminologie künftig auch der Terminus »Zuse-Neumann-Architektur« einbürgern könnte.

Der Münchner Informatiker F. L. Bauer schrieb 1984 im Geleitwort zu Zuses Autobiographie: »Das Werk eines großen Mannes in wenigen Worten zusammenzufassen wird notwendig, wenn diese Worte in Stein gemeißelt werden sollen... Für Konrad Zuse lauten diese Worte:

Schöpfer der ersten vollautomatischen, programmgesteuerten und frei programmierten, in binärer Gleitpunktrechnung arbeitenden Rechenanlage. Sie war 1941 betriebsfähig.

So oder so ähnlich wird man einmal schreiben müssen, wenn Konrad Zuses Büste in der Walhalla neben denen Gregor Mendels und Wilhelm Konrad Röntgens – um nur zwei zu nennen, denen diese Ehre zuteil wurde – aufgestellt wird.«

Zum 350. Geburtstag von Gottfried Wilhelm von Leibniz

RZ-Mitteilungen Nr. 13 / Januar 1997

Abb. 1: Gottfried Wilhelm von Leibniz (1646–1716) Bleistiftzeichnung von Adolph von Menzel

Leibniz gehört unangefochten zu den vielseitigsten und scharfsinnigsten Universalgelehrten, die die Menschheit hervorgebracht hat. Der französische Philosoph Denis Diderot (1713–1784) äußerte über ihn: »Dieser Mann hat allein Deutschland so viel Ruhm gebracht, wie Platon, Aristoteles und Archimedes zusammen Griechenland.« Der Begründer der Kybernetik, Norbert Wiener (1894–1964), schrieb: »Wenn ich einen Schutzpatron für die Kybernetik zu wählen hätte, dann würde ich Leibniz wählen.« Und der englische Mathematiker und Philosoph Bertrand Russel (1872–1970) zählte ihn zu den »größten Denkern aller Zeiten«.

In der Tat war Leibniz nicht nur ein bedeutender Mathematiker und Logiker, sondern ebenso Naturforscher, Erfinder, Rechtsgelehrter, Philosoph, Politiker, Geschichts- und Sprachforscher. Sein scharf denkender Geist befähigte ihn als Achtjährigen zum Beispiel, quasi mittels logischer Dechiffrierung eines illustrierten lateinischen Textes ohne Anleitung Latein zu lernen und danach in dieser Sprache mit großer Schnelligkeit Gedichte zu verfassen.

Er führte einen erstaunlich umfangreichen Briefwechsel mit der gesamten wissenschaftlichen und politischen Welt seiner Zeit, seine Korrespondenz reichte sogar bis nach China; es wird bis ins nächste Jahrhundert dauern, ehe sein gesamter schriftlicher Nachlaß (ca. 70 000 Schriftstücke, darunter 15 000 Briefe!) durchgesehen und veröffentlicht sein wird. Er ist der Gründer der Berliner Akademie der Wissenschaften (1700), war ihr erster Präsident und blieb dieser bis an sein Lebensende. Er regte in einer Unterredung (1711) mit Zar Peter dem Großen auch die Gründung der Petersburger Akademie an und war Mitglied der Londoner Royal Society sowie der Akademie Paris. Er arbeitete unablässig, mit fünf Stunden Schlaf täglich kam er aus. Zeitweilig muß er ein Sklave seiner Ideen gewesen sein – so notierte er über sich selbst: »Beim Erwachen hatte ich schon so viele Einfälle, daß der Tag nicht ausreichte, um sie niederzuschreiben.« So entwarf er Pläne für den Bau eines Unterseebootes, erfand das Anemometer, konstruierte einen Windmotor (für Wasserpumpen); er entwickelte Geräte, die das Grubenwasser in Bergwerken absaugten, erfand die Staffelwalze für den Zehnerübertrag in seiner mechanischen Rechenmaschine; er behandelte das Brechungsgesetz der Optik als Extremalproblem, analysierte die Fallbewegung eines Körpers im zähen Medium; er verteidigte den Evolutionsgedanken in der Biologie und erbrachte (200 Jahre vor S. Freud) den logischen Nachweis, daß der Mensch neben seinem Bewußtsein auch ein Unterbewußtsein haben müsse.

Keinem Geringeren als G. E. Lessing, der sich intensiv mit der Leibnizschen Philosophie beschäftigt hat, verdanken wir eine der ersten chronologischen Kurzbiographien über Leibniz. Hier die wesentlichsten Lebensdaten: Als Sohn eines Juristen und Professors für Moralphilosophie wurde Leibniz 1646 in Leipzig geboren; mit 15 Jahren trat er in die Leipziger Universität ein, um Jura und (zeitweise auch in

Jena) nebenher Philosophie, Logik und Mathematik zu studieren. Im Jahre 1664 erwarb er bereits die Magisterwürde und 1666 wurde er Doctor juris utriusque in der später erloschenen Universität Altdorf bei Nürnberg (die Leipziger Universität hatte ihn wegen seines zu jungen Alters abgewiesen). 1670 trat er für 6 Jahre als Hofrat in den Dienst des Mainzer Kurfürsten; 1972 weilte er in diplomatischer Mission in Paris, wo er die Arbeiten von Galilei, Cartesius, Fermat, Pascal und Huygens studierte. In Paris arbeitete er auch wesentliche Fragen der Differentialrechnung aus. Im Jahre 1676 trat er in die Dienste des Herzogs von Braunschweig-Lüneburg, der ihn als Hofrat und Oberbibliothekar nach Hannover berief; in diesem Amt blieb er 40 Jahre lang bis zu seinem Tode 1716 (Hannover). Aufgrund seiner herausragenden Verdienste und kenntnisreichen Ratgeberfähigkeiten wurde er 1707 von Kaiser Karl VI. in Wien zum Reichshofrat ernannt und zum Freiherrn geadelt. Zar Peter der Große ernannte ihn 1711 zu seinem Justizrat!

Besonders schöpferisch war Leibniz auf dem Gebiet der Mathematik tätig. Da sei zunächst die von ihm konstruierte Rechenmaschine genannt, die er 1673 in der Royal Society in London vorführte. Es war die erste Maschine, die außer addieren und subtrahieren auch noch multiplizieren, dividieren, potenzieren sowie die 2. und 3. Wurzel ziehen konnte. Leibniz war übrigens auch der erste, der Pläne für eine Rechenmaschine entwarf, welche auf dem von ihm entwickelten binären Zahlensystem basierte! Einer solch kühnen, der Zukunft weit vorgreifenden Vorstellung konnte die Technik der Barockzeit allerdings noch nicht folgen. Erst in der von Konrad Zuse 1941 konstruierten ersten programmgesteuerten Rechenanlage der Welt wurde das binäre Zahlensystem dann technisch realisiert. Leibniz legte auch die Grundlagen zur formalen Logik. Des weiteren untersuchte er die Entwicklung von Funktionen in eine Reihe und arbeitete das nach ihm benannte Konvergenzkriterium aus, er definierte den Begriff der Determinante und verfaßte die Grundlagen der Determinantentheorie, die dann von Vandermonde (1735–1796) und Gauß (1777–1855) weiterentwickelt und von Jacobi (1804–1851) faktisch abgeschlossen wurde.

Sein wichtigstes mathematisches Verdienst ist jedoch die Erfindung der Differential- und Integralrechnung. Dabei ging er nicht – wie Newton – von der Quadratur, sondern von der Fragestellung nach der Tangente aus; anschließend lieferte er den Beweis, daß aus dem »Umkehrproblem der Tangentenbildung die Quadratur aller Figuren herleitbar« ist. Er leitete die Integrationsgesetze ab sowie die Rechenregeln für die Differentiation eines Produktes, einer Potenz und für die Differentiation von impliziten Funktionen. Er machte sogar den Versuch, die Differentiation

$$\frac{d^n y(x)}{dx^n}$$

für beliebige reelle Zahlen n zu erweitern! Leibniz veröffentlichte seine Entdeckung erstmals 1684 in der 1682 gegründeten mathematischen Zeitschrift »Acta Eruditorum«, und zwar unter dem Titel: »Eine neue Methode für Maxima und Minima sowie für Tangenten – ohne Beeinträchtigung durch gebrochene oder irrationale Größen, und eine außergewöhnliche Herleitung des Kalküls dafür« (Übers. aus d. Lat.). Eine weitere Veröffentlichung über die Regeln der Integralrechnung erfolgte 1686. Diese beiden Publikationen wirkten damals außerordentlich befruchtend auf die Entwicklung der mathematischen Wissenschaft. Zum Beispiel nahmen die Brüder Bernoulli, zu denen Leibniz nach 1687 enge Verbindung aufgenommen hatte, seine Methoden begierig auf und gaben sie weiter. Ein Schüler Johann Bernoullis, Antoine de l'Hospital (1661–1704), verfaßte schließlich sogar das erste Lehrbuch über den Leibnizschen »Calculus« (1696).

In diesem Zusammenhang seien einige erklärende Anmerkungen zum Prioritätsstreit zwischen Newton und Leibniz hinzugefügt. Newton (1643–1727) publizierte seine wissenschaftlichen Ergebnisse sehr ungern. Als seine Fluxionsrechnung (Method of Fluxions) 1736 gedruckt wurde, war seine Art der Behandlung von Problemen der Analysis gegenüber dem Kalkül von Leibniz bereits veraltet. Um so befremdlicher berühren uns heute die Anschuldigungen, die Newton und besonders seine Anhänger gegenüber Leibniz erhoben, indem sie diesen bezüglich der Erfindung der Infinitesimalrechnung des Plagiats bezichtigten und damit einen unliebsamen und lang andauernden Prioritätsstreit auslösten. Leibnizens Versuch, dieserhalb mit Newton in direkten Briefwechsel zu treten, endete mit einer abweisenden Antwort (1693). Leibniz ging zwar aus diesem Streit schließlich in dem Sinne als Sieger hervor, als sich die gegen ihn gerichteten Anschuldigungen als völlig ungerechtfertigt erwiesen haben, doch hat er diese seine »Rehabilitierung« nicht mehr erlebt. Newton hatte sich mit seiner Verdächtigung geirrt, da er die ihm zugänglichen Unterlagen nicht hinreichend sorgfältig studiert hatte.

Im Jahre 1693 veröffentlichte Leibniz erstmals Methoden zur Lösung von Differentialgleichungen mit Hilfe unendlicher Reihen. Leibniz gehört mit Euler (1707–1783) zu den Hauptgestaltern der heutigen mathematischen Formelschreibweise. So führte er die Indizes ein, die Potenzschreibweise a^x, die Determinantenschreibweise, logische Symbole, die Differentiations- und Integrationszeichen; des weiteren die Termini: Funktion, Abszisse, Ordinate, Koordinate, Differentialgleichung, Algorithmus u.v.a.m. Leibniz durchbrach übrigens als erster die jahrhundertealte Tradition, wissenschaftliche Werke nur in lateinischer Sprache zu veröffentlichen. Erwähnt seien noch seine Entwürfe einer Universalsprache und einer Universalschrift, die ihn sein ganzes Leben hindurch beschäftigten.

Seine bis heute aktuelle Forderung THEORIA CUM PRAXI hat er selbst in hervorragender Weise in die Tat umgesetzt.

Literatur:

[1] Bericht vom V. Internationalen Leibniz-Kongreß Hannover 1988. *spectrum* Heft 2/89, Akademie der Wissenschaften Berlin.

[2] Struik, D. J.: Abriß der Geschichte der Mathematik. Berlin, 1980.

[3] Wussing, H., Arnold, W.: *Biographien bedeutender Mathematiker.* Berlin, 1985.

[4] Meschkowski, H.: *Denkweisen großer Mathematiker.* Braunschweig, 1990.

»Lest EULER – er ist unser aller Meister!«

Zum 290. Geburtstag von Leonhard Euler

RZ-Mitteilungen Nr. 14 / April 1997

Abb. 1: Leonhard Euler (1707–1783)

Auf jedem Schultaschenrechner sind Funktionstasten für die Exponentialfunktion und für die natürlichen Logarithmen vorhanden. Die Basiszahl für diese Funktionen ist die bekannte *Eulersche Zahl*:

$$e = \lim_{n \to \infty} \left(1 + \frac{1}{n} \right)^n .$$

Auf vielen Taschenrechnern gibt es auch eine Rechentaste für die Funktion

$$n! = \overset{n}{\underset{k=1}{\pi}} k,$$

die für jede natürliche Zahl n definiert ist; Euler fand, daß man diese Funktion auch für beliebige *reelle* Werte n erklären kann und gab als Lösung die in der Mathematik geläufige *Eulersche Gamma-Funktion* an. Es gibt noch weitere Bezüge, durch die Eulers Name mit der modernen Rechen- und Programmiertechnik verbunden ist. Genannt sei z. B. das *Eulersche Strecken-*

zugverfahren, das einfachste 1-Schnitt-Verfahren zur Lösung von gewöhnlichen Differentialgleichungen, das zudem immer numerisch stabil ist. Die Aufzählung ließe sich fortsetzen, denn die Anzahl der mit dem Namen Eulers in Zusammenhang stehenden Begriffe in einem mathematischen Lexikon ist bemerkenswert und nur noch mit der von Gauß vergleichbar.

Leonhard Euler wurde 1707 in Basel geboren. Er erhielt in seiner Kindheit ausschließlich Privatunterricht, und zwar hauptsächlich von seinem Vater, einem Pfarrer, der großes Interesse für Mathematik besaß und sogar bei dem berühmten Jacob Bernoulli studiert hatte. Bereits mit 13 Jahren wurde Euler an der philosophischen und später an der theologischen Fakultät der Universität Basel immatrikuliert, wo er nebenher mathematische Vorlesungen bei Johann Bernoulli hörte. Durch Bernoullis Einfluß ließ sich der Vater schließlich überreden, die für Leonhard vorgesehene Theologenlaufbahn zugunsten dessen frühzeitiger mathematischer Erfolge aufzugeben. Schon als Sechzehnjähriger beendete Euler die philosophische Fakultät mit einem Examen, das ihm die Magisterwürde einbrachte. Danach widmete er sich hauptsächlich der Mathematik und schrieb bereits mit 18 Jahren seine erste mathematische Abhandlung, die sofort (1726) in den Leipziger »Acta eruditorum« (Berichte der Gelehrten) erschien. Er behandelt darin eine dem Brachystochronen-Problem ähnliche Problematik (Kurven kürzester Zeit), wodurch ein weiterer Anstoß zur Begründung der Variationsrechnung (der Name ist von Euler) gegeben wurde und wegen der zuvor schon Leibniz mit Bernoulli korrespondiert hatte.

Im Jahre 1727 reiste Euler – seinen Studienfreunden Daniel und Nikolaus Bernoulli folgend – nach St. Petersburg, wo er 1730 an der Akademie eine Professur für Physik und 1733 eine für Mathematik erhielt. Hier ging er auch mit einer Stieftochter der Malerin Maria Sybilla Merian eine Ehe ein, aus der 13 Kinder hervorgingen, jedoch 8 frühzeitig verstarben.

In St. Petersburg übernahm Euler die Aufsicht über das Geographische Departement, wurde Mitarbeiter in der Kommission für Maß und Gewicht und war an den Vorbereitungen der großen Kamtschatka-Expedition (1733–43) beteiligt. Sein Hauptwerk jener Zeit ist ein zweibändiges Buch der Mechanik, womit er etwas völlig Neues in der Wissenschaft einführte: das Schreiben von Lehrbüchern. Getrübt wurde Eulers Petersburger Zeit durch den Verlust der Sehkraft seines rechten Auges als Begleiterscheinung einer Infektion, die er selbst auf Überanstrengung zurückführte.

Nach dem Tode der Kaiserin Anna von Rußland wurde die Lage der russischen Akademie unsicher, und Euler folgte 1741 gern einem Ruf Friedrichs II. an die Berliner Akademie, wo er Direktor der mathematischen Klasse wurde. Auf sein Wohnhaus in der Berliner Behrenstraße 21 weist noch heute eine Gedenktafel hin. Die Berliner Zeit (25 Jahre) war für Euler sehr schaffensreich, er verfaßte 380 Arbeiten sowie einige Bücher. Zwischenzeitliche Angebote, wieder an die Petersburger Akademie zurückzukehren, lehnte er mit den Worten »weil ich mich hier so wohl befinde« ab. Sogar das Angebot, 1748 Nachfolger von Johann Bernoulli in Basel zu werden, schlug er aus.

Euler verwaltete die Berliner Akademie lange Zeit quasi als Vizepräsident und brachte sie – ebenso wie die Petersburger – in die erste Reihe der europäischen Akademien. Prominente zeitgenössische Akademiemitglieder waren z. B. die Naturwissenschaftler A. Celsius und F. de Réaumur, der Mathematiker J. d'Alembert, der Dichter J. Ch. Gottsched und der Schriftsteller F.-M. Voltaire. Natürlich war auch Friedrich II. selbst Mitglied der Akademie und für die literarische Klasse tätig.

Leider kam es im Laufe der Jahre zu Unstimmigkeiten mit Friedrich II.: Unter anderem hatte der König die von Euler angestrebte Akademie-Präsidentschaft abgewiesen und liebäugelte vielmehr mit einem der radikalen französischen Aufklärer; dies jedoch war Euler als gläubigem Christen, der allabendlich eine Hausandacht abhielt und aktiv in hohen Kirchenämtern wirkte, unerträglich. Er reichte 1766 seinen Abschied ein (was er dreimal tun mußte, ehe der König äußerst ungern seine Einwilligung gab) und zog im selben Jahr mit seiner 18köpfigen Familie wieder nach St. Petersburg. Sein Nachfolger in Berlin wurde der französische Mathematiker Joseph L. Lagrange, der dann 20 Jahre an der Akademie tätig war.

In St. Petersburg wurde Euler von Katharina II. in großen Ehren aufgenommen und erhielt großzügige Vergünstigungen: 3 000 Rubel jährliches Gehalt, Schenkung eines Wohnhauses, sofortige Anstellung seiner drei Söhne. Kurze Zeit nach seiner Ankunft erblindete Euler nahezu völlig, doch beeinträchtigte das seine Schaffenskraft in keiner Weise, vielmehr schien sich sein ganzes Genie jetzt voll zu offenbaren: Fast die Hälfte seiner Arbeiten entstand in der Zeit seiner Blindheit! Gestützt auf sein phänomenales Gedächtnis arbeitete er wissenschaftlich intensiv weiter, indem er seinem Sohn Albrecht (1734–1800) diktierte. In St. Petersburg blieb Euler dann bis zu seinem Lebensende; er starb hier 1783.

In Eulers Leben ist ein außerordentlich umfangreiches Gesamtwerk entstanden: Es umfaßt 886 Titel; darunter befinden sich 40 Lehrbücher, deren Darstellungsform z. T. endgültig gewesen und von bedeutenden Mathematikern der nachfolgenden Zeit übernommen worden ist. Kein Geringerer als C. G. J. Jacobi (einer der bedeutendsten deutschen Mathematiker nächst Gauß) sowie P. H. Fuß (ein Urenkel Eulers) bemühten sich um eine Gesamtausgabe des Eulerschen Werkes, scheiterten aber an dem Umfang dieser Ausgabe. Aus Anlaß seines 200. Geburtstages wurde erneut eine Gesamtausgabe beschlossen, und so erschien 1911 (im Teubner-Verlag) der 1. Band der inzwischen auf über 70 Bände angewachsenen und vom Baseler Birkhäuser-Verlag weitergeführten Edition.

So umfangreich, wie Eulers Schaffen ist, so vielseitig ist es auch – einige Beispiele mögen dies demonstrieren. In der Petersburger Akademie gehörte Euler mehreren Kommissionen zur Lösung technischer und praktischer Fragen an. Im Zusammenhang damit beschäftigte er sich unter anderem mit Feuerspritzen, Ofenkonstruktionen, der Saugwirkung von Pumpen, dem Schleusen- und Kanalbau, dem Entwurf idealer Zahnradprofile und erstellte ein Gutachten, wie die Riesenglocke in Moskau auf den Kremlturm gehoben werden könne. Er erdachte ein Verfahren, das erlaubt, aus nur drei Beobachtungen eines Planeten dessen Bahn zu bestimmen. Er konnte auch eine bei Newton offen gebliebene Frage aus der Gezeitentheorie (über das Zurückbleiben der Flutwelle gegenüber der Kulmination des Mondes) klären und löste damit eine Preisfrage der Pariser Akademie. Des weiteren griff Euler eine Anregung von Leibniz auf, die dieser in einem Brief an Huygens geäußert hatte, und so befaßte er sich mit Topologie: Er löste das bekannte Königsberger Brückenproblem und dessen Verallgemeinerungen und fand den Eulerschen Polyedersatz; dieser besagt, daß für konvexe Polyeder mit e Ecken, f Flächen und k Kanten die Relation

$e + f - k = 2$ gilt.

Bemerkenswert ist sein Versuch, »die Musik als Teil der Mathematik auszuführen«. Selbst Klavierspieler, wollte Euler die Musik aus den sichersten Grundlagen der Harmonie ableiten und schrieb zu diesem Zweck den »Versuch einer neuen Musiktheorie« (1739), dem später noch drei weitere Abhandlungen folgten. Auch hat er die Durchdringung des Lichts durch verschiedene Medien untersucht. Es ist kaum zu glauben: Das daraus entstandene Lehrbuch der geometrischen Optik (»Dioptik«, 1768) wurde von einem Blinden verfaßt! Sogar Fragen der Stabilität, des Gleichgewichts und des Schaukelverhaltens von Schiffen hat er untersucht und dafür 1759 den Preis der Pariser Akademie erhalten. 1773 veröffentlichte er eine vollständige Theorie des Schiffbaus und der Navigation, eine Arbeit, die auch in England, Frankreich und Italien herausgegeben wurde. Dies alles in Betracht ziehend, nimmt es nicht wunder, daß Euler schon zu Lebzeiten fast zur Legende wurde – man hat ihn sogar die »lebendige Analysis« genannt. In Würdigung seiner mathematischen Leistungen schrieb C. G. J. Jacobi, daß Euler in seiner Berliner Zeit die gesamte Mathematik umgestaltet habe. Und der französische Mathematiker P. S. Laplace pflegte zu sagen: »Lest Euler – er ist unser aller Meister«.

Literatur:

[1] Gellert, W. u. a.: Lexikon der Mathematik, Bibliograph. Institut Leipzig, 1979.

[2] Naas, J., Schmidt, H. L. : Mathematisches Wörterbuch. Akademie-Verlag Berlin, 1961.

[3] Wussing, H., Arnold, W.: *Biographien bedeutender Mathematiker*. Berlin, 1985.

[4] Thiele, R.: *Leonhard Euler*. Teubner Leipzig, 1982.

Anmerkung der Redaktion:
Die gegenwärtig weltweit in vielen Zeitungen und Zeitschriften verbreiteten Zahlenrätsel »Sudoku«, die sich allgemein grosser Beliebtheit erfreuen, gehen ursprünglich auch auf Leonhard Euler zurück (Carré latin = Lateinisches Quadrat).

Karl Steinbuch – Informatiker der ersten Stunde

Hommage zu seinem 80. Geburtstag

RZ-Mitteilungen Nr. 15 / Dezember 1997

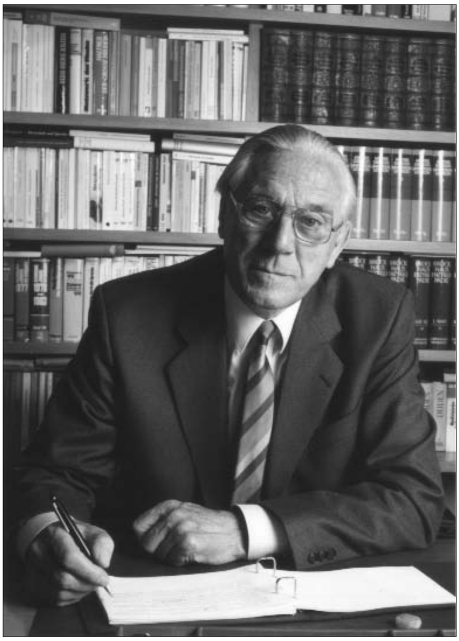

Abb. 1: Karl Steinbuch (1917–2005)

Neuerdings gibt es technische Geräte, von denen man sich gedruckte oder geschriebene Texte vorlesen lassen kann. Daß eine solche, besonders für Sehbehinderte außerordentlich wertvolle Errungenschaft möglich wurde, ist in hohem Maße dem Physiker und Informatiker Karl Steinbuch mit zu verdanken, der bereits seit Ende der fünfziger Jahre zur Technik der zeichenerkennenden und lernenden Automaten wesentliche Pionierarbeit geleistet hat. Auch an der Weiterentwicklung der Rechenautomaten in jenen Jahren hat er großen persönlichen Anteil.

Karl Steinbuch, 1917 in Cannstatt bei Stuttgart als Sohn eines Bäckermeisters geboren, besuchte dort bis 1936 die Oberrealschule. Nach Ableistung des Pflichtwehrdienstes (1936 bis 1938) studierte er an der Technischen Hochschule Stuttgart Physik, wurde aber 1939 zum Wehrdienst eingezogen. Als Ingenieuroffizier konnte er 1942 seine Studien an der Berliner Friedrich-Wilhelms-Universität für begrenzte Zeit fortsetzen. Während eines Fronturlaubs promovierte Karl Steinbuch 1944 an der TH Stuttgart mit einer Arbeit über »Drehbewegungen rotationssymmetrischer Körper in zähen Flüssigkeiten«.

Nach Kriegsende arbeitete Steinbuch von 1948 bis 1958 als Labor- und Entwicklungsleiter bei der bekannten Firma Standard Elektrik Lorenz AG in Stuttgart; hier hat er sich wesentliche Verdienste um die Weiterentwicklung des Computerbaus erworben, denn bei dieser Firma wurde unter seiner Leitung der Rechenautomat ER 56 fertiggestellt, der der erste volltransistorisierte Digitalrechner in ganz Europa gewesen ist. Es ist ja bekannt, daß der 30 Tonnen schwere amerikanische Röhrenrechner ENIAC, der 1946 gebaut wurde und etwa 18.000 Röhren enthielt, zu zwei Drittel der Zeit wegen Pannen und Wartung außer Betrieb war (Berichte der GMD, 1979). Dem weitsichtigen Entschluß Steinbuchs ist es zu verdanken, daß damals die Betriebssicherheit des Rechenautomaten wesentlich erhöht werden konnte. Denn er hat in Deutschland sehr früh (1954) den Übergang von Röhren auf Transistoren gewagt. Auch die Rechengeschwindigkeit konnte bedeutend gesteigert werden; so erzielte der Universal-Rechenautomat ER 56 der Standard Elektrik AG folgende Rechenzeiten: 0,3 Millisekunden für eine Addition und 0,4 – 2,5 Millisekunden für eine Multiplikation 13stelliger Zahlen. Dabei ist der Vergleich interessant, daß der ER 56 mehr Transistoren enthielt, als ENIAC einst Röhren hatte.

In seine Stuttgarter Zeit fällt auch Steinbuchs erste Publikation zur *Informatik* (1957). Zusammen mit Helmut Gröttrup, einem Mitarbeiter aus Peenemünde, hat er diesen Begriff erstmals geprägt und in die wissenschaftliche Literatur eingebracht. Natürlich hat der Begriff bis heute eine wesentliche Bedeutungserweiterung erfahren; damals definierte Steinbuch Informatik als Automatische Informationsverarbeitung.

Im Jahre 1958 wurde Karl Steinbuch als ordentlicher Professor an die Technische Hochschule Karlsruhe berufen, wo er bis 1980 als Direktor des Instituts für Nachrichtenverarbeitung und Nachrichtenübertragung wirkte. Zwischenzeitlich hielt er auf entsprechende Einladungen hin Gastvorlesungen an den Universitäten Moskau, Leningrad und 1964 an der Stanford-Universität in Californien. An der TH Karlsruhe führte er in regelmäßigen Abständen sog. »Lerntagungen« durch, die allmählich zu einer festen Einrichtung wurden.

Steinbuch hat nicht weniger als 80 Patente angemeldet. Seine wichtigste Erfindung ist – nach seiner eigenen Einschätzung – die sogenannte »Lernmatrix«, ein technisches Modell für lernfähige Systeme. In einer solchen Lernmatrix lassen sich, ähnlich den bedingten Pawlowschen Reflexen bei Lebewesen, bedingte komplexe Verknüpfungen zwischen gewissen Eigenschaftsmengen (z. B. Buchstaben eines Alphabets) und zugehörigen Bedeutungen (aus jenen Buchstaben gebildeten Wörtern) herstellen. Durch geeignete Zusammenschaltung mehrerer Lernmatrizen kann man ein Schaltsystem aufbauen, das nach Absolvierung bestimmter Trainingsphasen schließlich in der Lage ist, zu einer eingegebenen Folge von Merkmalen automatisch die wahrscheinlichste zugehörige Bedeutung zu ermitteln. Mit dieser grundlegenden Erfindung wurden letztlich die technische Zeichenerkennung und Gestaltwahrnehmung, die automatische Sprachübersetzung, die Decodierung von (gestörten) Nachrichten (Funktelegraphie, Datenübertragung) oder auch die heutige Kopier- und Faxtechnik u. v. a. m. ermöglicht.

Einen breiten Raum in Steinbuchs Schaffen nimmt seine publizistische Tätigkeit ein. Er hat über 15 Bücher verfaßt, die zum großen Teil in mehreren Auflagen und in fremdsprachigen (auch japanischen und russischen) Übersetzungen erschienen sind. Man sollte es dankbar registrieren, wenn bedeutende Wissenschaftler aus der erfahrungsreichen Kenntnis ihres Fachgebietes heraus für wichtige Bereiche unseres gesellschaftlichen Lebens öffentlich Hinweise geben und Ratschläge anbieten. So hat z. B. Konrad Zuse vor gedankenlosem Mißbrauch des Computers immer wieder gewarnt. Auch Karl Steinbuch hat sich mit den Jahren mehr und mehr zu Problemen der »maßlos informierten« Gesellschaft Gedanken gemacht und dazu in Wort und Schrift kritisch und engagiert Stellung bezogen, sich mitunter auch öffentlich an führende Politiker gewandt. Seine besondere Sorge galt z. B. dem deutschen Bildungswesen, für dessen Verbesserung er konkrete Vorschläge ausgearbeitet hat. Für seine publizistische Tätigkeit ist er übrigens mit dem *Deutschen Sachbuchpreis* sowie der *Wilhelm-Bölsche-Medaille* ausgezeichnet worden.

Es nimmt kaum wunder, daß Karl Steinbuch mehreren wissenschaftlichen Gremien angehört; stellvertretend seien seine Mitgliedschaften in der LEOPOLDINA, Halle (seit 1955) sowie in der *Europäischen Akademie für Umweltfragen* genannt.

Für seine epochemachenden wissenschaftlichen Leistungen ist er mit zahlreichen Auszeichnungen gewürdigt worden, so u. a. mit der *Goldmedaille des XXI. Internationalen Kongresses für Luft- und Raumfahrtmedizin*, mit dem *Konrad-Adenauer-Preis für Wissenschaft* sowie mit der *Verdienstmedaille des Landes Baden-Württemberg.*

Literatur:

[1] K. Steinbuch: *Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung*. Springer, Berlin, 1962.

[2] K. Steinbuch: INFORMATIK: Automatische Informationsverarbeitung. SEG-Nachrichten, Heft 4/1957.

[3] K. Steinbuch: *Automat und Mensch*. Springer, Berlin, 1963.

[4] K. Steinbuch: *Programm 2000*. dtv, München, 1972.

[5] K. Steinbuch: *Die desinformierte Gesellschaft*. Busse + Seewald Verlag, Herford 1989.

[6] K. Steinbuch: Korrespondenz mit dem Autor, 1997.

Herr Professor Steinbuch hat Herrn Biener und mir in mehreren Telefongesprächen bereitwillig Auskunft über sein Leben gegeben. Dafür möchten wir uns bei ihm noch einmal sehr herzlich bedanken.
Edmund Suschke

Philipp Matthäus Hahn

RZ-Mitteilungen Nr. 17 / Februar 1999

Abb. 1: Philipp Matthäus Hahn (1739–1790)

Es ist bemerkenswert, daß mit der Frühgeschichte der Rechentechnik auch die Namen dreier Theologen eng verknüpft sind: Neben Wilhelm Schickard (1592–1635) und Jacob Leupold (1674–1727) ist auch Philipp Matthäus Hahn (1739–1790) zu nennen, der sich bleibende Verdienste durch den Bau von Rechenmaschinen und anderen feinmechanischen Geräten erworben hat.

Geboren wurde P. Matthäus Hahn in Scharnhausen bei Stuttgart. Das Elternhaus sah für ihn eine theologische Laufbahn vor, und sein Vater – selbst Pfarrer – bereitete ihn schon frühzeitig darauf vor: Bereits mit vier Jahren erhielt Matthäus väterlichen Unterricht in den Altsprachen Latein, Griechisch und Hebräisch.

Es ist überliefert, daß er einst durch den Schatten eines Nagels dazu angeregt wurde, sich in seiner Jugendzeit mit Sonnenuhren und intensiv mit Astronomie zu befassen. Diese praktische Neigung wurde ihm während seines ganzen späteren Lebens zum zweiten Beruf, so daß er sich schließlich als ausgezeichneter Erfinder und Mechaniker einen Namen machte. Während seines entbehrungsreichen Theologie- und Philosophiestudiums 1757–1760 an der Universität Tübingen kamen ihm seine mechanischen Kenntnisse und Fertigkeiten sehr zugute, da er sich mit der Anfertigung von Sonnenuhren seinen Studienunterhalt mit bestreiten konnte.

Nach Übernahme eines Pfarramtes (1764) in einem württembergischen Dorf unterhielt er von nun an in seinem Pfarrhaus ständig eine feinmechanische Werkstatt, in der mehrere Gehilfen und dann auch einige seiner Söhne beschäftigt waren. In dieser Werkstatt baute man von Hahn erfundene oder verbesserte Präzisionsuhren in Taschen- und Großformat, Standuhren mit astronomischen Beiwerken, Sonnenuhren, Planetarien bzw. astronomische Uhren, die das Geschehen im erd- und sonnennahen Raum wiedergaben.

Die schwierigen Berechnungen für all diese Präzisionsgeräte mögen wohl Hahn schließlich veranlaßt haben, sich dem Bau einer Rechenmaschine für alle vier Grundrechenarten zuzuwenden; das erste Exemplar war 1774 fertiggestellt (s. Abbildung 2). In dieser Maschine hat Hahn das von Leibniz erfundene Prinzip der Staffelwalze verarbeitet und ein festes Staffelwalzen-Stellwerk eingebaut. Die Betätigung der zentralen Antriebskurbel bewirkt eine serielle Addition der elfstelligen Zahlen des Stellwerkes zum innen gelegenen Summenwerk. Neuartig und konstruktiv günstig durchdacht ist die dazu gewählte runde Trommelform. Hierin folgte Hahn einem Vorschlag des Mathematikers und Mechanikers Jakob Leupold (1674–1727), der das Wissen seiner Zeit auf den Gebieten der praktischen Mechanik und der Rechentechnik in einem 12bändigen Werk (»Theatrum Machinarum«) zusammengefaßt hat.

Es soll nicht unerwähnt bleiben, daß Hahn auch als Theologe schaffensreich gewirkt hat. Er verfaßte wichtige Bücher und hat intensive Überlegungen über die menschliche Wesenheit Jesu angestellt. Außerdem hat er eine eigenständige Übersetzung des Neuen Testaments angefertigt. Seine theosophisch-pietistischen Ansichten bieten auch in der Neuzeit noch Stoff für theologische Dissertationen.

Gestorben ist P. Matthäus Hahn 1790 in Echterdingen/Württemberg. Bis in die Gegen-

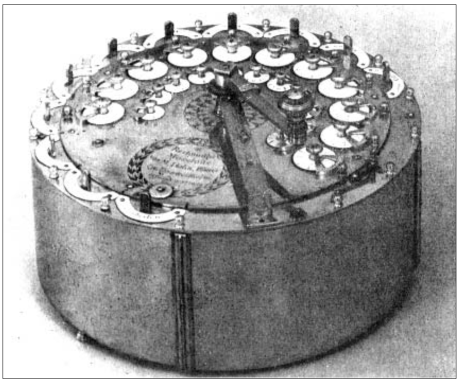

Abb. 2: Rechenmaschine

wart wird ihm – besonders in seiner Heimat – ein hohes ehrendes Andenken bewahrt, wird doch seine mechanische Werkstatt als die Keimzelle der späteren württembergischen feinmechanischen Industrie angesehen. Er gilt dort als Begründer der Waagenindustrie und der Feinwerktechnik. Seine Maschine wurde die erste industriereife Rechenmaschine, von der noch heute einige Exemplare funktionstüchtig sind.

Literatur:

[1] Bauer, F., Goos, G.: Informatik. Band 2, Springer, Berlin 1984.
[2] Biener, K.: Wegbereiter der Informatik. Informatik-Preprint 20 des Fachbereichs Informatik der HU Berlin, 1992.
[3] Beauclaire, Hauk: *Rechnen mit Maschinen*. Vieweg, Braunschweig 1968.

Alwin Walther – Pionier der Praktischen Mathematik

RZ-Mitteilungen Nr. 18 / August 1999

Abb. 1: Alwin Walther (1898–1967)

Alwin Oswald Walther, Altmeister der Praktischen Mathematik und des Wissenschaftlichen Rechnens, ist einer der allerersten Pioniere, die das Zeitalter der maschinellen Rechentechnik wissenschaftlich und praktisch mit vorbereitet haben.

In seinem weltbekannten Institut an der Technischen Hochschule Darmstadt hat er bereits Ende der dreißiger Jahre eine Rechenstation aufgebaut, die schon hinsichtlich ihrer Kapazität seinerzeit im europäischen Raum wohl einmalig gewesen ist. In ihr wurden – zwei Jahrzehnte vor Erfindung der Programmiersprachen – umfangreiche numerische Lösungsalgorithmen erprobt und bei der Bearbeitung realer wissenschaftlich-technischer Probleme aus der Industrie erfolgreich eingesetzt. Mit einem Vorlauf von ca. 30 Jahren konnte man erste Erfahrungen in Parallelrechentechnik sammeln und praktisch erproben.

Alwinus Maximus wurde er von seinen Studenten ehrfurchtsvoll genannt. Rudolf Zurmühl und Helmut Hoelzer, der Erfinder und Konstrukteur des weltersten elektronischen Analog-

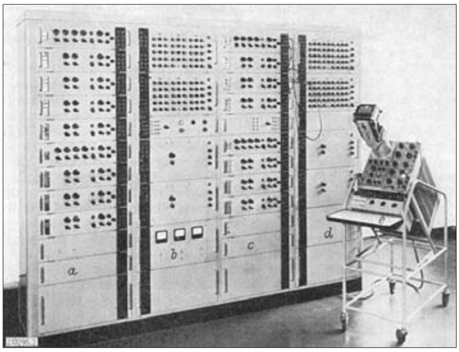

Abb. 2: Elektronischer Analogrechner Darmstadt (ELARD)[1]

rechners, waren seine Schüler. Und einer seiner noch lebenden Mitarbeiter hat ihn rückblickend als »Missionar der Angewandten Mathematik« bezeichnet. Denn die besondere methodisch-didaktische Art, in seinen Vorlesungen Physiker, Chemiker, Biologen und Techniker für die praktische Mathematik zu begeistern, war berühmt.

Zeitzeugen berichteten, daß mitunter bis zu 1000 Studenten in seinem Hörsaal zuhörten!

Alwin Walther wurde 1898 in Dresden geboren. Dort begann er nach dreijährigem Militärdienst (zweimalige Verwundung) an der Technischen Hochschule 1919 ein Mathematikstudium, das er an der Universität Göttingen fortsetzte und 1922 mit einer Promotion in Funktionentheorie bei Richard Courant abschloß. Von 1922 bis 1928 war er Assistent, dann Oberassistent bei R. Courant, der ja 1921 in Göttingen die Nachfolge von Felix Klein angetreten hatte.

Schon 1924 habilitierte sich Walther mit einer Arbeit über »Riemannsche Zetafunktionen und Differenzengleichungen im Komplexen«. In seiner Antrittsvorlesung als Privatdozent behandelte er Arbeitsprinzipien von Rechenmaschinen. Zwischendurch weilte er zweimal (1923 und 1926/27) zu einem einjährigen Studienaufenthalt in Kopenhagen, der ihm durch den International Education Board ermöglicht wurde.

Im Jahre 1928 wurde Walther als Professor für Mathematik an die Technische Hochschule Darmstadt berufen. Dort baute er das »Institut für Praktische Mathematik« auf, in dem er 38 Jahre bis zu seiner Emeritierung (1966) wirkte und das unter seiner Leitung Weltberühmtheit erlangte. Denn sein Institut wurde nicht nur hervorragende Lehr- und Forschungsstätte, sondern außerdem auch ein wissenschaftlicher »Dienstleistungsbetrieb« für Auftraggeber von außen sowie eine Konstruktions- und Fabrikationsstätte für verschiedene Recheninstrumente und Rechenmaschinen. Eine solche Entwicklung war ihrer Zeit weit voraus!

Besonders gerühmt wurden seine pädagogisch-methodischen Fähigkeiten, die in seinen mathematischen Vorlesungen zum Ausdruck kamen und sich natürlich auch im Stil seiner Lehrbücher widerspiegeln. Er hielt Vorlesungen über Integralgleichungen, Wahrscheinlichkeitsrechnung, Ausgleichsrechnung, Differentialgleichungen, Funktionentheorie, Variationsrechnung, Grundlagen der Mathematik, Differenzenrechnung.

Gleich zu Anfang seiner Lehrtätigkeit hat Walther den Übungen gegenüber weit mehr Gewicht beigelegt als es bis dato Usus war. Außerdem richtete er ein Praktikum ein, in dem die Studierenden unter Verwendung mathematischer Instrumente und mechanischer Rechenmaschinen mathematisch-technische Probleme bis zu der jeweils erforderlichen zahlenmäßigen Auswertung bearbeiten konnten. Mit der Zeit entstand ein umfangreiches Rechenlabor, in dem auch Rechenaufträge bearbeitet wurden und in dem bis zu 70 Rechenassistentinnen an Büromaschinen (u. a. vom Typ Mercedes-Euklid) die von Walther vorprogrammierten Lösungsalgorithmen abarbeiteten. Erste Anregungen zu solch einem Rechenlabor hatte Walther von Carl Runge erhalten, den er in Göttingen persönlich kennengelernt hatte.

Bemerkenswert ist, daß im Institut auch mathematische Geräte – mitunter extra zur Lösung spezieller technischer Aufgaben – konstruiert wurden. So entstanden neue Typen von Potenzplanimetern und Integraphen, Instrumente zur Fourieranalyse, ein nahezu vollautomatisch funktionierendes Gerät zur Lösung von Interpolationsaufgaben sowie der Rechenschieber »System Darmstadt«; dieser Rechenschieber hat (bei einer Stablänge von 25 cm) die beachtliche Genauigkeit von 1,6 ‰ und wurde

1 Die Abbildungen 2 und 3 sind veröffentlicht in: Walther, Alwin: Moderne Rechenanlagen – Hilfe und Vorbild für den Konstrukteur. Sonderdruck aus VDI-Zeitschrift Bd. 100 (1958) Nr. 24 S. 1143/1157.
Herr Prof. Dr. Henner Schneider (FH Darmstadt) hat uns freundlicherweise die Abbildungen der Rechenautomaten zur Verfügung gestellt. Dafür sei ihm an dieser Stelle besonders gedankt.

Abb. 3: Der Rechenautomat DERA

gemeinsam von A. Walther und seinem Schüler Helmut Hoelzer konzipiert.

Im Rahmen eines Großprojektes entwickelte er mit seinen Mitarbeitern W. de Beauclair und H. J. Dreyer 1938 eine neuartige elektromechanische Schneidenrad-Integrieranlage; diese wurde dann 1948 in einer Version mit elektronischer Verstärker- und Koppelungstechnik gebaut und 1958 durch den gemeinsam mit F. W. Gundlach entwickelten Elektronischen Analogrechner Darmstadt (ELARD) abgelöst.

Basierend auf Lochkarten-Tabelliermaschinen wurde 1944 ein programmierbarer Rechenautomat konstruiert, doch kam dieser nicht zum Einsatz; denn das IPM wurde im September 1944 durch Bomben vollständig zerstört.

Nach dem Krieg hat Walther sofort den Neuaufbau seines Instituts betrieben, so daß die früher begonnenen Arbeiten zur Automatisierung des Rechnens fortgesetzt werden konnten. Schon 1951 wurde konkret mit der Entwicklung eines institutseigenen digitalen elektronischen Rechenautomaten (DERA) in Röhrentechnik begonnen. Als Ergänzung beschaffte Walther für die TH Darmstadt einen Computer der damals höchsten Leistungsklasse, eine IBM 650 (es war die erste an einer deutschen Universität und die zweite in Deutschland überhaupt). Er setzte durch, daß dieser Rechner außer für die Forschung insbesondere für die Ausbildung aller Studenten der TH zur Verfügung stand.

Alwin Walther hatte ein hohes internationales Ansehen in der Angewandten Mathematik; von 1952 bis 1955 war er Vorsitzender der Gesellschaft für Angewandte Mathematik und Mechanik (GAMM), ab 1958 Vorstandsmitglied der Association for Computing Machinery (ACM) und von 1959 bis 1962 Vizepräsident der neu gegründeten International Federation for Information Processing (IFIP).

Stellvertretend für die zahlreichen Ehrungen, die A. Walther zuteil wurden, sei die Ehrenpromotion zum Dr. rer. nat. h. c. der TU Dresden genannt (1963).

Drei Monate nach seiner Emeritierung ist Prof. Dr. mult. Alwin Oswald Walther am 4. 1. 1967 in Heidelberg verstorben. Sein Institut wurde kurz danach beklagenswerterweise aufgelöst.

Literatur:

[1] Walther, A.: Begriff und Anwendungen des Differentials. (Mit besonderer Berücksichtigung der Bedürfnisse des Unterrichts und der Naturwissenschaften). Teubner, Leipzig und Berlin 1929.

[2] Walther, A.: Einführung in die mathematische Behandlung naturwissenschaftlicher Fragen. Springer, Berlin 1928.

[3] Walther, A.: Neues über Rechenanlagen. Vortrag auf der GAMM-Tagung 1956 in Stuttgart.

[4] Lehmann, N. J.: Alwin Walther und seine Mathesis. Kolloquiumsvortrag in der TU Darmstadt anläßlich des 100. Geburtstages von A. Walther. Mai 1998.

[5] Alwin Walther – Pionier des Wissenschaftlichen Rechnens, Schriftenreihe Wissenschaft und Technik, Heft 75. TU Darmstadt 1998.

[6] Hoelzer, H.: Persönliche Korrespondenz mit dem Autor, 1992–96.

[7] Ilgauds/Schlote (Hrsg.): Lexikon bedeutender Mathematiker. Bibliograph. Institut Leipzig 1990.

Rudolf Zurmühl – leidenschaftlicher Didakt

RZ-Mitteilungen Nr. 20 / Juli 2000

Abb. 1: Rudolf Zurmühl (1904–1966)

Rudolf Zurmühl, am 14. 09. 1904 als Sohn eines Kaufmanns in Soest geboren, besuchte dort das Gymnasium und legte 1924 die Reifeprüfung ab. Von 1924 bis 1927 studierte er an der Technischen Hochschule Hannover Maschinenbau; nach 2-jähriger Unterbrechung setzte er seine Studien 1929 an der Technischen Hochschule Darmstadt fort und schloss diese 1932 mit dem Diplom als Maschineningenieur ab. Nach seinem Studium unterrichtete Zurmühl als freiberuflicher Dozent theoretische Grundlagenfächer des Ingenieurstudiums, und zwar zunächst in Form von Repetitorien. Im Jahre 1939 promovierte er an der Fakultät für Mathematik und Physik der Technischen Hochschule Darmstadt mit einer Arbeit über numerische Integration von Differentialgleichungen.

Im gleichen Jahr wurde Zurmühl wissenschaftlicher Mitarbeiter für Forschungsaufgaben an dem berühmten, von Alwin Walther geleiteten Institut für Praktische Mathematik der TH Darmstadt. Seine Arbeitsgebiete waren dort vor allem Raketen-Ballistik und numerische Lösung von Differentialgleichungen; ab 1943 hielt er entsprechend einem Lehrauftrag außerdem Vorlesungen über Spezialgebiete aus der reinen und angewandten Mathematik. Nach Kriegsende schied Zurmühl aus dem Waltherschen Institut aus, das mitsamt dem Rechenzentrum durch Bomben (Sept. 1944) vollständig zerstört worden war.

Ab 1946 nahm Zurmühl seine Lehrtätigkeit an der TH Darmstadt wieder auf und hielt neben Wiederholungskursen noch Vorlesungen über: »Ausgewählte Kapitel der Praktischen Mathematik«, »Behandlung von Aufgaben aus der Technischen Mechanik« und »Behandlung von Aufgaben aus der Höheren Mathematik«. Im Jahre 1962 habilitierte er sich an der TH Darmstadt mit einer Arbeit zur numerischen Behandlung der Matrizen-Eigenwertaufgabe. Danach folgte er einem Ruf als Professor an die Technische Universität Berlin, wo er bis zu seinem frühen Tod gewirkt hat. Tragischerweise ist Rudolf Zurmühl am 27. 10. 1966 in Berlin durch einen Autounfall ums Leben gekommen.

Zurmühls wissenschaftliches Wirken war durch große Schaffenskraft gekennzeichnet. Von der Fachwelt stark beachtet wurden z. B. seine Bücher. Im Jahre 1950 erschien sein grundlegendes Lehrbuch über »Matrizen und ihre technischen Anwendungen«, das noch in mehreren Auflagen gedruckt (6. Aufl. 1992!) und auch fremdsprachlich übersetzt wurde. In der 4. Auflage (1964) hat Zurmühl erstmals die Automatenrechnung mit berücksichtigt und – zur damaligen Zeit sehr modern – mehrere ALGOL-Programme eingearbeitet.

Bereits 1953 wurde Zurmühls 2. Buch verlegt, das ebenfalls ein Standardwerk auf seinem Gebiet werden sollte: »Praktische Mathematik für Physiker und Ingenieure«. Zu dieser Zeit mussten ja ingenieurtechnische Aufgaben aus der Industrie etc. im Wesentlichen noch mit Tischrechenmaschinen bewältigt werden; Zurmühls Buch behandelt die dafür brauchbaren mathematischen Methoden und liefert bis zum Ende durchgerechnete Zahlenbeispiele dazu. Seine Bücher bestechen durch mustergültige Klarheit und Verständlichkeit und sind auch pädagogisch hervorragend durchdacht. In dieser Hinsicht mag sicher die Vorbildwirkung seines Lehrers A. Walther eine Rolle gespielt haben, der ja ebenfalls für seinen anschaulichen und pädagogisch ausgereiften Vorlesungsstil bekannt war.

Untrennbar mit Zurmühls legendärem Ruf als Lehrer sind seine Repetitorien verbunden. Er selbst schreibt dazu: »Während die Vorlesung das Wissen Schritt für Schritt aufbaut und an den Hörer neu heranträgt, kann die Wiederholung erstmals mit dem Stoff in seiner Gesamtheit operieren und somit das Bild ganz wesentlich abrunden ...«. Die Wiederholungskurse wurden von den Studierenden sehr geschätzt und fanden großen Zulauf. Ein Zeitzeuge berichtet darüber: »Alle Grundlagenfächer wie Mathematik, Mechanik, Thermodynamik, Elektrotechnik konnte der vorexamen-geängstigte Student bei Zurmühl lernen, der Jahre hindurch die ungeheure geistige und physische Leistung vollbrachte, acht und mehr Stunden am Tag zu lehren, und das jeweils viele Wochen lang« (K. Marguerre).

Rudolf Zurmühl war der geborene wissenschaftliche Lehrer, Unterrichten war eine wahre Leidenschaft von ihm. Nicht zuletzt durch seine Repetitorien hat er den Ruf der Technischen Hochschule Darmstadt, deren Wissenschaftlichem Rat er angehörte, ganz entscheidend mit geprägt.

Literatur:

[1] Zurmühl, R.: Repetitorien – eine Aufgabe. in: *die darmstädter studentenzeitung*, technische hochschule darmstadt, Febr. 1957.

[2] Zurmühl, R.: *Praktische Mathematik für Ingenieure und Physiker*. Springer-Verlag 1953.

[3] Zurmühl, R.: *Matrizen und ihre technischen Anwendungen*. Springer-Verlag, 1950

[4] Zurmühl, R., Falk, S.: *Matrizen und ihre Anwendungen*. Bd. 1 und 2, Springer-Verlag 1992.

[5] Marguerre, K.: Nachruf für Professor Rudolf Zurmühl. *DHN* (Darmstädter Hochschulnachrichten) Jg. 5, Heft 1/1967

Für die Überlassung eines Fotos von R. Zurmühl sind wir Frau Prof. Dr. Barbara Heinecke (Universität Hamburg) zu Dank verbunden. Ebenfalls möchten wir dem Archiv der Technischen Universität Darmstadt für die gewährte Unterstützung hiermit unseren Dank aussprechen. C. S.

Zum 140. Geburtstag von Hermann Hollerith

RZ-Mitteilungen Nr. 21 / März 2001

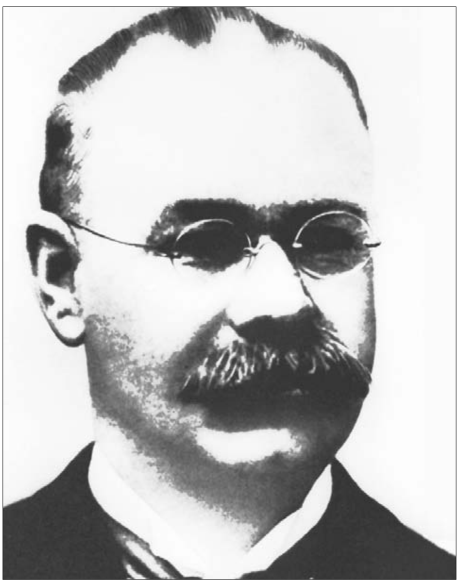

Abb. 1: Hermann Hollerith (1860–1929)

Die Geschichte der Informationsverarbeitung ist untrennbar mit Hermann Hollerith, dem Begründer der Lochkartentechnik, verbunden. Die Erfindung, Konstruktion und Anwendung seiner Lochkartenmaschinen stellen einen wesentlichen Markstein in der Gesamtentwicklung der Computertechnik dar, war doch zu Beginn die Lochkarte der einzige maschinenlesbare Datenträger.

Die Lochkarte war zu Holleriths Zeit prinzipiell schon bekannt. Ähnlich wie sein Landsmann Falcon (1728) hatte der französische Mechaniker Jacques de Vaucanson (1709–1782) im Jahre 1745 für das Abheben der Kettfäden in Webstühlen einen »Programmspeicher« in Gestalt einer umlaufenden Blechwalze mit Lochungen gebaut, um ein Webmuster selbsttätig wiederholen zu können. Der französische Weber Joseph-Marie Jacquard (1752–1834) verbesserte diese Erfindung 1805, indem er ein Lochbandprogramm aus Kartonkarten daraus entwickelte und dies zur Steuerung eines Webstuhls verwendete.

Hermann Hollerith wurde 1860 in Boston (N. J.) geboren. Seine Eltern – beide Pfälzer Abstammung – waren 1848 nach Amerika ausgewandert; sein Vater war bis dahin Studienrat am Gymnasium in Speyer. Nach dem Schulbesuch studierte Hollerith an der Bergakademie der Universität Columbia und legte dort bereits mit 19 Jahren seine Diplomprüfung als Bergbauingenieur mit Auszeichnung ab. Sein Lehrer W. P. Trowbridge war von seinem Talent und seinen Leistungen so begeistert, dass er ihn zunächst als Assistent behielt und ihm dann eine Stelle als Mitarbeiter im amerikanischen statistischen Regierungsamt vermittelte. In dieser Behörde war Hollerith ab 1880 an der Auswertung der 10. amerikanischen Volkszählung beteiligt; dafür waren Daten von ca. 50 Mio. Menschen auszuwerten, was 1 500 Mitarbeiter 7,5 Jahre beschäftigte. Bereits zu Beginn der Volkszählung hatte sich Hollerith mit der Idee befasst, den Zählprozess zu automatisieren und dadurch zeitlich abzukürzen.

Im Jahre 1882 ging er an das Massachusetts Institute of Technology und wurde Lehrer für Technische Mechanik. Ein Jahr später übersiedelte er nach St. Louis, wo er für das Eisenbahnwesen elektromagnetische Luftdruckbremsen entwickelte, die er 1886 patentieren ließ. In den Jahren 1884 bis 1889 arbeitete er für das amerikanische Patentamt in Washington. In dieser Zeit entwickelte er sein »Hollerith Electric Tabulating System«, das er 1887 präsentierte und zum Patent anmeldete. Dieses (von ihm Tabulating Machine bzw. Tabulator genannte) System bestand aus den Lochkarten, dem Kartenlocher, dem Kartenleser, den elektromagnetischen Zähluhren und der Sortiereinrichtung. Das von Hollerith verwendete Lochkartenformat entsprach der Größe einer 20-Dollar-Note.

Zum Abtasten der Lochkarte ersann Hollerith metallische Fühlstifte, über die elektrische Kontakte geschlossen werden können. Seine Maschinen, die damals bis zu 1 000 Karten in der Stunde verarbeiten konnten, brachten in Baltimore und New York solchen Erfolg, dass sich das »Bureau of the Census« entschloss, die 11. amerikanische Volkszählung 1890 mit Hollerith-Maschinen auszuwerten.

Der Verlauf der Zählung übertraf selbst die kühnsten Erwartungen: Nach nur sechs Wochen lag eine erste grobe Auswertung der Daten vor und noch zu Jahresende 1890 – zwei Jahre früher als geplant – konnte das offizielle Endergebnis bekannt gegeben werden. Die Kosteneinsparung betrug 5 Mio. Dollar. Im »Electric Engineer« von 1891 konnte man lesen: »Dieser Apparat arbeitet unfehlbar wie die Mühlen Gottes, aber er schlägt sie glatt in Bezug auf die Geschwindigkeit.« Noch im Jahr 1890 wurde Hollerith von der Columbia-Universität zum Ehrendoktor ernannt!

Seine Maschinen wurden bald danach auch in Kanada, Norwegen und Österreich eingesetzt; Österreich war übrigens das erste europäische Land, welches das Hollerithsche Verfahren (bereits 1890) übernahm, und zwar ebenfalls für die Auswertung einer Volkszählung. Hollerith reiste sogar nach Russland, um die Organisation der dortigen Volkszählung persönlich mit vorzubereiten. In Deutschland wurden die ersten Hollerith-Maschinen 1910 aufgestellt, und zwar im Berliner Kaiserlichen Statistischen Reichsamt. Bald danach wurde hier die »Deutsche Hollerith-Maschinen-Gesellschaft« gegründet, aus der im Jahre 1949 »IBM Deutschland« hervorging.

Hollerith arbeitete ständig an der Verbesserung seiner Maschinen; z. B. konstruierte er eine automatische Ablaufsteuerung für sein Tabulating System. Außerdem hat er eine (offenbar aus dem Zählwerk entwickelte) Addiermaschine patentieren lassen. Darin waren – nach Leibnizschem Vorbild – elektrifizierte Staffelwalzen zur Realisierung der Zehnerüberträge eingebaut. Die Maschine besaß – laut Patentschrift – auch eine Einrichtung zum Multiplizieren.

Im Jahre 1896 gründete Hollerith die Tabulating Machine Company; sie produzierte sowohl die Maschinen als auch die Lochkarten. Hollerith blieb bis 1911 alleiniger Leiter dieser Firma. Nach Fusionierung mit zwei anderen Firmen entstand daraus 1924 die bekannte International Business Machines Corporation (IBM).

Für seine zahlreichen Erfindungen hat Hollerith allein in den USA 30 Patente erhalten: sein erstes 1884, sein letztes 1919. Er erhielt viele Auszeichnungen, stellvertretend sei die Goldmedaille der Pariser Weltausstellung genannt. Er starb 1929 bei Washington an einem Herzanfall.

Basierend auf seinen Lochkarten-Tabelliermaschinen wurde übrigens in Alwin Walthers berühmtem »Institut für Praktische Mathematik« (IPM) an der Technischen Hochschule Darmstadt 1944 ein programmierbarer Rechenautomat konstruiert. Leider kam dieser nicht zum Einsatz, denn das IPM wurde durch angloamerikanische Bomben vollständig zerstört.

Literatur

[1] Biener, K.: Wegbereiter der Informatik. Informatik-Preprint 20 der Humboldt-Universität zu Berlin. Berlin 1992.

[2] Lexikon bedeutender Mathematiker. Leipzig: Bibliographisches Institut, 1990.

[3] Willers, F. A.: Mathematische Instrumente. München/ Wien: Oldenbourg-Verlag, 1943.

[4] Winterstein, S.: Von Hollerith zu IBM. Internet 1998.

Albrecht Dürer – bedeutender Geometer

RZ-Mitteilungen Nr. 22 / November 2001

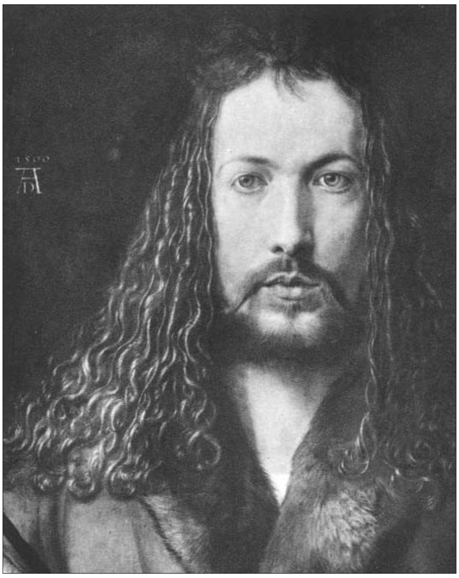

Abb. 1: Albrecht Dürer (1471–1528)

Man mag es kaum für glaubhaft halten: folgende »Computergraphik« (Abb. 2) wurde nicht von einem modernen Computer erstellt, sondern vor 500 Jahren von Albrecht Dürer gezeichnet! Die linke Leitlinie – geometrischer Ort aller Mittelpunkte der rechts gezeichneten Kreisschar, dargestellt in exponentiell abnehmender Dichte – sieht für den heutigen Analytiker dynamischer Systeme eigentlich kaum danach aus, als wäre sie lediglich aus der Phantasie eines versierten Graphikers heraus entworfen worden. Warum und nach welchem Algorithmus Dürer diese Kreisschar gezeichnet hat, bleibt vorerst unklar.

In einem neuzeitlichen (1990) Lexikon bedeutender Mathematiker [8] steht der bemerkenswerte Satz: »Dürer hat sich wesentlich systematischer, qualifizierter und schöpferischer mit Geometrie beschäftigt als alle anderen Künstler der Renaissance und muß aus heutiger Sicht zu den bedeutendsten Mathematikern seiner Zeit gezählt werden.«

Dürer war außerordentlich vielseitig interessiert; zumindest die Kenntnis der Geometrie, Astronomie und der Naturwissenschaften war für ihn die unabdingbare Voraussetzung für einen »ganzen Maler«, wie er selbst schreibt. Fakt ist, dass er die Elemente des Euklid genau kannte und teilweise gar im griechischen Original gelesen hat, ein Buch Euklids in lateinischer Übersetzung hat er sogar selbst besessen.

Auch die Werke des Regiomontanus hat Dürer eingehend studiert. Regiomontanus (1436–1476) war einer der hervorragendsten Gelehrten des 15. Jahrhunderts auf den Gebieten der Mathematik, Astronomie und der Kalenderberechnung. In 5 Büchern hat er u. a. die damaligen Kenntnisse in ebener und sphärischer Trigonometrie systematisiert und ergänzt, genaue Sinustafeln selbst berechnet u. a. m.; der Kosinussatz für sphärische Dreiecke gilt als seine eigene Leistung, Schriften von Archimedes und Ptolemäus hat er aus dem Griechischen übersetzt.

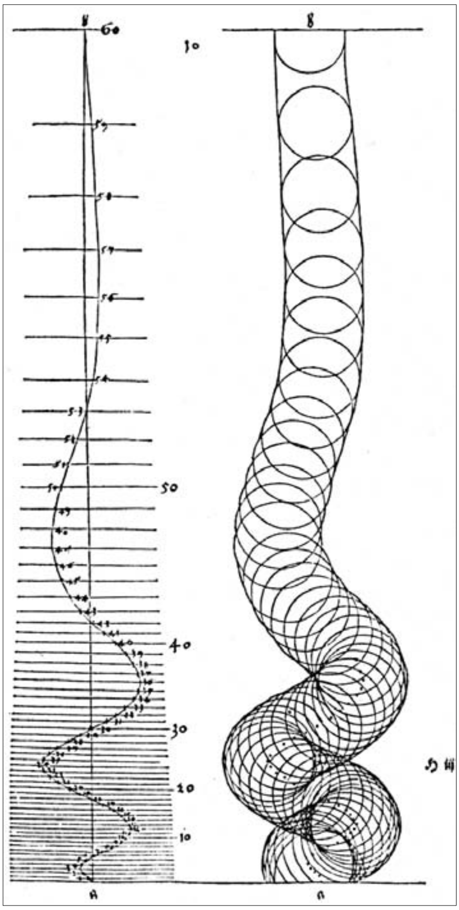

Abb.2: »Computergraphik« Dürers.

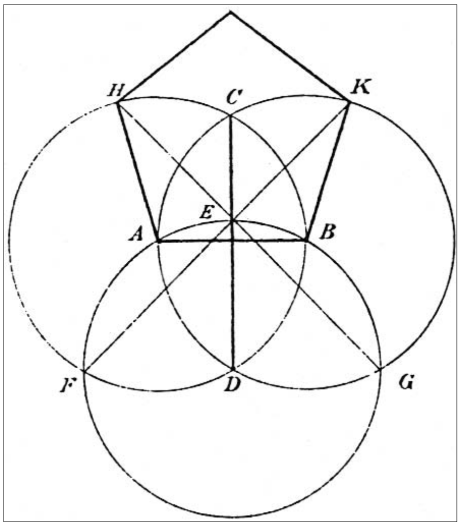

Abb. 3: Dürers Fünfeck-Konstruktion.

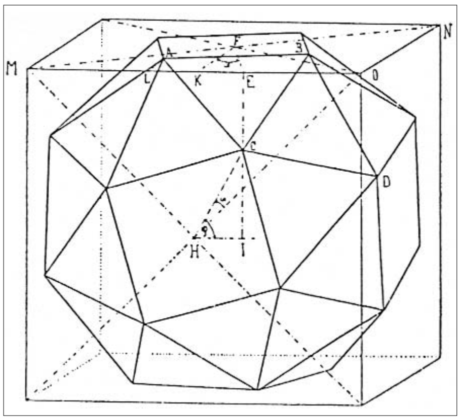

Abb. 4: Archimedischer Körper Kubus simus mit 6 Quadraten und 32 gleichseitigen Dreiecken.

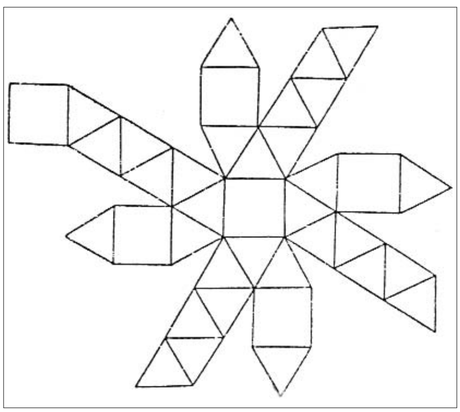

Abb. 5: Erzeugendes Netz des archimedischen Körpers Kubus simus.

Dürer kam sicherlich zugute, dass Regiomontanus in seinen letzten Lebensjahren in Nürnberg gelebt hatte, also in Dürers Geburtsstadt natürlich besonders gut bekannt war.

Dürer kam hier 1471 als drittes von 18 Kindern zur Welt. Als Sohn eines Handwerkers erlernte er mit 13 Jahren traditionsgemäß zunächst das Goldschmiedehandwerk seines Vaters. Als er selbständig arbeiten konnte, entschloss er sich jedoch zum Malerberuf und ging 1486 bei dem angesehenen Nürnberger Maler Michael Wolgemuth in die Lehre. Nach Abschluss der Lehrzeit begab sich Dürer gemäß der damaligen Zunftordnung auf Wanderschaft und war von 1490 bis 1494 in Freiburg, Colmar, Basel und Straßburg. Nach einer abschließenden Italienreise (Venedig) richtete er sich 1495 in Nürnberg eine eigene Werkstatt ein. Im Jahre 1505 reiste er nach Bologna, um dort das perspektivische Zeichnen zu erlernen, das damals von den Malern wie ein Geheimnis gehütet wurde. Etwa 1508 begann Dürer mit den Entwürfen für ein Lehrbuch der Malerei, woraus schließlich vier Bücher von der »Proportion des Menschlichen Corpers« entstanden, die aber erst in seinem Todesjahr 1528 erschienen (in Deutsch, 1532–1534 in lateinischer Übersetzung in Paris). In diesem Lehrwerk wird die gewandte Fertigkeit Dürers im Grund- und Aufrisszeichnen sichtbar. Am Beispiel des menschlichen Kopfes behandelt er darin z. B. die Aufgabe, aus Grund- und Aufriss eines 3-dimensionalen Körpers in einer vorgegebenen Lage die Projektionen jenes Körpers in irgendeiner anderen Lage abzuleiten.

Im Jahre 1525 erschien – ebenfalls aus vier Büchern bestehend – Dürers grundlegendes Werk »Unterweysung der Messung mit dem Zirckel und richtscheyt in Linien, Ebnen und gantzen Corporen…«, mit dem angehende Künstler in die perspektivischen Konstruktionen und deren geometrische Grundlagen eingeführt werden sollen.

Im Einzelnen werden beschrieben:

a) Probleme der ebenen Geometrie, Diskussion und Konstruktion verschiedener Kurven wie archimedische Spirale, Muschellinie, ionische Schneckenlinie, Eirund, Epizykloide und Hypozykloide;
b) Konstruktion von Gewölbebogen für gegebene Höhe und Spannweite, Diskussion der Schraubenlinie zur Konstruktion von Wendeltreppen;
c) Erste Erörterung der Kegelschnitte in deutscher Sprache, Angabe von Instrumenten zur Zeichnung von Rollkurven;
d) Zeichnerische Konstruktionen regelmäßiger n-Ecke für n=3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 13, 14, 16, 28;
e) Entwicklung von Näherungslösungen (Zirkel und Lineal) für die drei klassischen Probleme des Altertums: Dreiteilung eines beliebigen Winkels, Quadratur des Kreises, Delisches Problem der Würfelverdoppelung;
f) Diskussion und Darstellung der fünf Platonischen Körper und von neun Archimedischen Körpern (also halbregulären Polyedern) mit Erfindung zugehöriger Netzabwicklungen (Abb. 4, 5, 7). Perspektivische Darstellungstechniken;
g) Konstruktion verschiedener Sonnenuhren (Sommeräquinoktialuhr, vertikale Mitternachtsuhr u. a.), auch für beliebige »schiefe« Wände;
h) Ornamentik und Typographie, u. a. eigene Gestaltung gotischer Buchstaben.

Dürers Bücher erregten allgemeine Bewunderung und erfuhren eine erstaunlich große Verbreitung: Sein Gesamtwerk erschien 1557 in Französisch, 1591 in Italienisch, 1599 in Portugiesisch, 1622 in Holländisch und 1660 in Englisch! Kein geringerer als Wilhelm Kutta hat die »Unterweysung…« studiert und daraus z. B. die 5-Eck-Konstruktion (Abb. 3) in seiner Abhandlung [3] für die LEOPOLDINA ausführlich beschrieben und die Genauigkeit diskutiert.

Ein elitäres Meisterstück geometrischer Konstruktionskunst und höchst formvollendeter graphischer Fertigungstechnik stellt das Ornament in Abbildung 6 dar, das die äußerst komplizierte Verschlingung eines einzigen Fadens zeigt und von Dürer als Holzschnitt

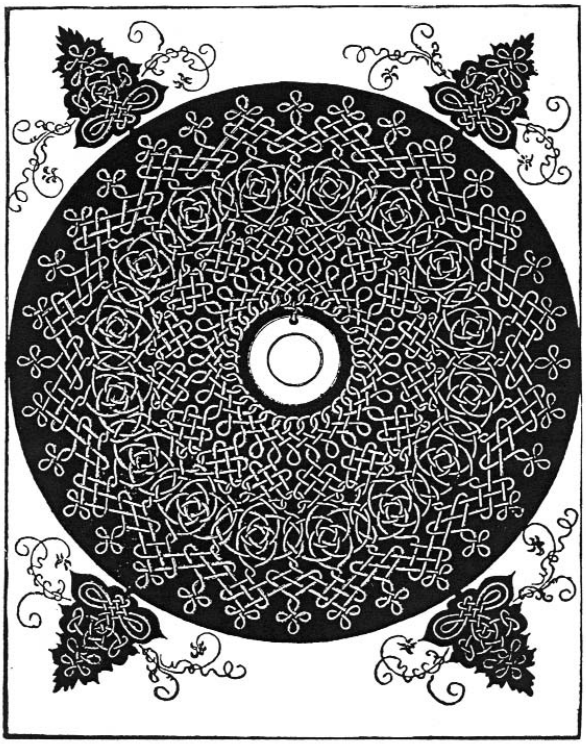

Abb. 6: Dürers Holzschnitt »Der dritte Knoten« (1507).

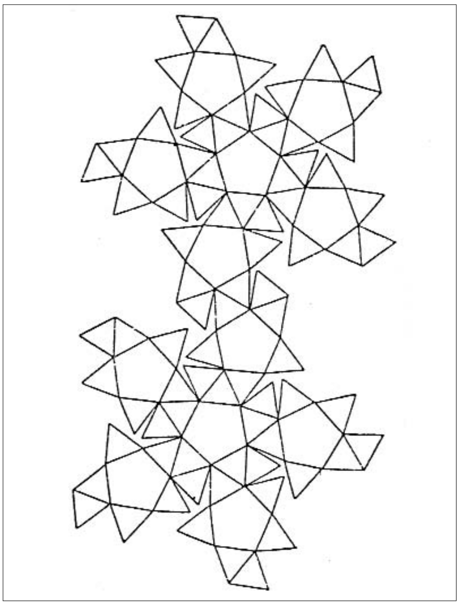

Abb. 7: Erzeugendes Netz des Halbregulären Polyeders Dodekaedrum simum.

ausgeführt wurde. Zur Realisierung musste der Künstler eine Kreisteilungsaufgabe lösen, um ein regelmäßiges n-Eck für n=32 zu konstruieren, was mit Zirkel und Lineal ja exakt möglich ist. Dürer fertigte sechs solcher Holzschnitte, die weitere Knoten mit steigendem Kompliziertheitsgrad darstellen!

Bis heute rätselhaft und offenbar auch in kunsthistorischen Fachkreisen [9] unklar sind die Beweggründe für die Entstehung des Ornamentes. Ähnliche Motive sind wohl auch in der spanischen Ornamentik und in indischen Tempelbauten zu finden. Aus [9] erfährt man, dass formverwandte Muster in die Steinfußböden der Kathedralen von Amiens, Chartres und Reims eingelegt sind. Selbst eine inhaltliche Verbindung zum Faden der Ariadne aus der griechischen Mythologie wird in Betracht gezogen. Also vielleicht Symbol eines Labyrinths? Ob es überhaupt eine symbolische Bedeutung gibt? Auch darüber existieren anscheinend nur Vermutungen. Interessant ist allerdings die Tatsache, dass auch Leonardo da Vinci das exakt gleiche Muster ebenfalls künstlerisch verarbeitet hat, und zwar als Kupferstich (Brit. Museum London)!

Das Lebenswerk Albrecht Dürers ist immens, es umfasst neun Lehrbücher, 50 Aquarelle, 70 Gemälde, 350 Holzschnitte, über 100 Kupferstiche und fast 1000 Zeichnungen. In Anbetracht dieser hohen künstlerischen Leistung könnte man sich an die emphatische Mahnung des ersten BACH-Biographen Nikolaus Forkel erinnern lassen, dessen Biographie über J. S. Bach mit den Worten schließt: »Sey stolz auf ihn, Vaterland sey auf ihn stolz, aber, sey auch seiner werth!«

Meinem Kollegen Dr. E. Suschke bin ich für wertvolle Mithilfe bei der Bereitstellung geeigneter Literatur zu besonderem Dank verbunden. K. B.

Literatur:

[1] Dürer, A.: *Schriften und Briefe*. Reclam-Verlag Leipzig 1990.
[2] Staigmüller, H.: *Dürer als Mathematiker.* Stuttgart 1891.
[3] Kutta, W.: Zur Geschichte der Geometrie mit constanter Zirkelöffnung. NOVA ACTA; Abhandlung der Kaiserl. Leop.-Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher, Band LXXI Nr. 3, Halle 1897.
[4] Bulirsch, R.: Virtuelle Welten aus dem Rechner – Symbiose von Wissenschaft und Kunst. Festvortrag vor der Deutschen Forschungsgemeinschaft, Bonn 1998.
[5] Struik, D. J.: *Abriß der Geschichte der Mathematik*. Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin 1980.
[6] Goldschneider, P.; Zemanek, H.: *Computer – Werkzeug der Information*. Springer-Verlag 1971.
[7] Mittelstadt, K.: *Albrecht Dürer.* Henschelverlag, Berlin 1977.
[8] Lexikon bedeutender Mathematiker. Bibliographisches Institut Leipzig 1990.
[9] Coomaraswamy, A. K.: *Das Ikonogramm des Knotens von Dürer* (spanisch). In: Symbolos – Internationale Zeitschrift für Kunst, Kultur, Gnosis. Internet 2001.

Christoph Beireis – der Tausendsassa von Helmstedt

RZ-Mitteilungen Nr. 23 / Mai 2002

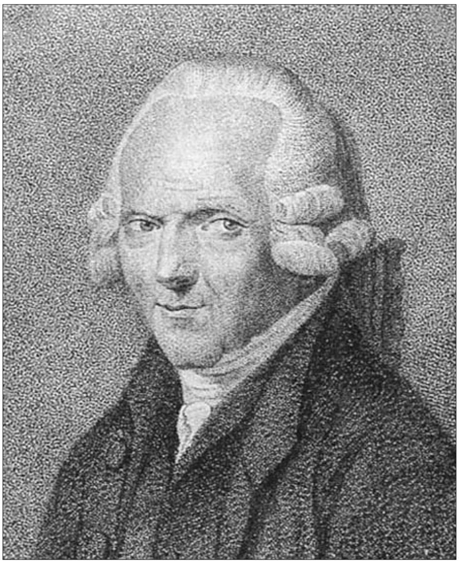

Abb. 1: Christoph Beireis (1730–1809)

In den Jahren 1756 bis 1809 wirkte in der braunschweigischen Universitätsstadt Helmstedt ein Gelehrter und Erfinder, der wie ein Universalgenie die Verehrung und Verwunderung seiner Zeitgenossen erregte und an der Universität (ab 1768) gleichzeitig drei verschiedene Lehrstühle bekleidete! Er war weit über die Grenzen seiner Wirkungsstätte hinaus bekannt und zog prominente Besucher aus dem In- und Ausland an.

Im August 1805 schrieb J. W. v. Goethe an Frau v. Stein: »Nun gedenke ich noch eine kleine Reise nach Helmstedt zu machen, um daselbst den wunderlichen Doktor Beireis zu besuchen. Er ist schon so alt, dass man sich eilen muß, um ihn und seine Besitzungen noch zusammenzufinden.«

Man muss es als günstigen Umstand betrachten, dass insbesondere durch Goethes Tagebuchaufzeichnungen, in denen er über diesen mehrtägigen Besuch ausführlich berichtet, ein authentisches Bild von diesem Gelehrten erhalten ist. Goethe übertreibt sicher nicht, wenn er schreibt: »Beireis fühlte sich als trefflicher Kopf, eines weit umfassenden Wissens fähig und zu vielseitiger Ausübung geschickt. Den Anregungen seiner Zeit zufolge bildete er sich zum Polyhistor; … bei dem glücklichen, alles festhaltenden Gedächtnis konnte er sich anmaßen, in sämtlichen Fakultäten zu Hause zu sein und jeden Lehrstuhl mit Ehren zu betreten.«

Tatsächlich ist schon das Ausbildungspensum ungewöhnlich: Im Jahre 1730 in Mühlhausen geboren, studierte Gottfried Christoph Beireis ab 1750 in Jena die Rechte, Mathematik und Naturwissenschaften, und 1756 begann er noch ein Medizinstudium in Helmstedt. Bereits 1759 wurde er von Herzog Carl I. von Braunschweig zum Professor publicus ordinarius für Physik ernannt, und zwei Jahre später wurde ihm außerdem noch die Professur für Medizin an der Helmstedter Alma Mater Julia-Carolina übertragen. 1762 ernannte ihn der Herzog von Mecklenburg zu seinem Leibarzt, und später wurde er noch »Herzoglicher Leibmedicus« des Herzogs von Braunschweig.

Beireis war offenbar ein gesuchter Arzt und übte eine große Praxis aus; es wird berichtet, dass er seine Diagnosen »mit verblüffender Sicherheit« stellte. Im Jahre 1766 wurde er zum Hofrat ernannt und 1768 bekam er eine dritte (!) Professur übertragen, und zwar für Chirurgie. Das erstaunliche Arbeitspensum war wohl nur dadurch zu bewältigen, das Beireis mit 3 bis 4 Stunden Nachtschlaf auskam. In einer (amtlichen?) Beurteilung durch einen Universitätskollegen heißt es über ihn (1789): »Viel Beifall, sehr fleißig, täglich 10–12 Collegs (!!), dazu starke Arztpraxis. In allen Zweigen ist der Vortrag deutlich und angenehm…«

In Anbetracht der enormen Arbeitsbelastung ist es kaum verwunderlich, dass Beireis keine Bücher geschrieben hat; jedoch hat er mehrere Dissertationen hinterlassen und neben Briefen zahlreiche Gedichte. Zeitzeugen berichten, dass er aus dem Stegreif in Reimen dichten konnte; auch einige seiner Briefe hat er in Versform geschrieben. Es ist verbürgt, dass er mehrere Sprachen fließend sprechen und schreiben

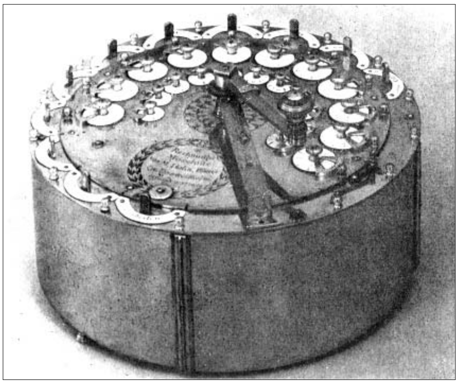

Abb. 2: Die von Ph. M. Hahn konstruierte Rechenmschine, die sich Goethe von Beireis aus dessen Sammlung vorführen ließ.

konnte, so Latein und Griechisch, Englisch, Holländisch und Schwedisch. Sogar des Chinesischen soll er bis zu einem gewissen Grade kundig gewesen sein.

Der legendäre Ruf von Beireis und seine besondere Anziehungskraft für in- und ausländische Besucher wurden aber sicher auch begründet durch seine außerordentlich umfassenden und vielseitigen Sammlungen – Goethe nannte sie die »Wunder von Helmstedt«. Beireis hatte nämlich schon in jungen Jahren Verfahren zur Gewinnung verschiedener Mineralfarben zwecks Färbung von Textilien entwickelt. Mit diesen chemischtechnischen Erfindungen hat er sich ein Vermögen verdient, das ihm die Anschaffung einer ungewöhnlich reichhaltigen Sammlung von Mineralien, medizinischen Präparaten, antiken Münzen, Ethnographika, feinmechanischen Geräten und Kunstwerken ermöglichte. So hat er z. B. die über England nach Nürnberg gelangten (Musik-)Automaten des französischen Mechanikers Jacques de Vaucanson (1709–1782) aufgekauft; zudem besaß er eine Rechenmaschine von Philipp Matthäus Hahn (1739–1790), mit der er Staunen erregende Rechenexempel vorführte. Einmalig war wohl auch seine Sammlung konservierter anatomischer Präparate des Berliner Arztes Johann N. Lieberkühn (1711–1756).

Dass Alexander v. Humboldt die Sammlung besichtigt hat, kann nur vermutet werden; jedenfalls hat er 1789 bei einer Reise nach Göttingen auch Helmstedt besucht und sich danach begeistert über seine Eindrücke geäußert.

Noch zwei weitere prominente Besucher sind erwähnenswert: der Physiker Alessandro Graf Volta (1745–1827) und der Chirurg Antonio Scarpa (1747– 1832), beides Professoren der Universität PAVIA. Sie besuchten Beireis im Jahre 1784, Scarpa gar im Auftrag von Kaiser Josef II.

Beireis starb am 18.9.1809 in Helmstedt; die Universität, der er sein Leben lang die Treue gehalten hatte – und in der übrigens C. F. Gauß 1799 promoviert hat – wurde auf Befehl Napoleons im Mai 1810 geschlossen. Beireisens Wohnhaus hat bis 1970 existiert und wurde dann unverständlicherweise abgerissen.
Sic transit gloria mundi.

Literatur

[1] Müller, H.-E.: Helmstedt, die Geschichte einer deutschen Stadt. Helmstedt 1998.

[2] Schaper, R.: Beireis als Dichter. Helmstedt 1972, als Manuskript gedr. (Archiv der Stadt Helmstedt).

[3] Schaper, R.: Die chinesische Schrift – Beireis konnte viele Sprachen. Studie über Beireis, Helmstedt 1972 (Stadtarchiv).

[4] v. Goethe, J. W.: *Briefe an Frau von Stein.* 1805.

[5] Meyer's Lexikon, 20 Bde., Leipzig 1897.

Für die gewährte Unterstützung mit Informationsmaterial sind wir dem Stadtarchiv von Helmstedt zu besonderem Dank verpflichtet. C.S.

Johannes Kepler – Initiator der weltersten Rechenmaschine?

cms-journal Nr. 25 / Mai 2004

Abb. 1: Johannes Kepler (1571–1630)

Johannes Kepler wurde 1571 in der freien Reichsstadt *Weil der Stadt* (Württemberg) geboren und wuchs bei seinem Großvater auf, der dort Bürgermeister war. Schon als Zwölfjähriger wurde er wegen frühzeitig erkennbarer Begabung auf die Klosterschule geschickt. Als 17-Jähriger studierte er lutherische Theologie am Tübinger Stift, wo er 1591 die Magisterwürde erwarb. Wie zu damaliger Zeit üblich, gehörten zu einem Theologiestudium neben Erlernung der Altsprachen auch Vorlesungen über Astronomie und Mathematik. Im Jahre 1594 wurde Kepler *Lehrer der Mathematik und der Moral* an der Grazer Stiftsschule und gleichzeitig Mathematiker der Landesregierung. Damit gehörte es auch zu seinen Aufgaben, Kalender zu berechnen, die mit allerlei Prognosen zu versehen waren, z. B. über Wetter, Ernteaussichten, Sternkonstellationen und daraus abgeleitete astrologische Prophezeiungen.

Es sei angemerkt, dass Kepler vom Einfluss des kosmischen Geschehens auf den Menschen durchaus überzeugt war, doch gibt seine eigene Aussage dazu hinreichende Erklärung: »Die Dirne Astrologie muss die Mutter Astronomie aushalten, sind doch der Mathematiker Gehälter so gering, dass die Mutter gewisslich Hunger leiden müsste, wenn die Tochter nichts erwürbe«.

Als Protestant musste Kepler Graz 1600 wegen der Gegenreformation verlassen. Daher ging er noch im selben Jahr auf Einladung Tycho Brahes (1546–1601) nach Prag und wurde dessen Assistent und ab 1601 sein Nachfolger als *Kaiserlicher Mathematiker und Hofastronom*.

Nachdem sein Arbeitgeber und Beschützer Kaiser Rudolf II. gestorben war, übernahm Kepler am Gymnasium in Linz eine Professur für Mathematik, die er bis 1626 innehatte. Im Jahre 1628 wurde er schließlich Mathematiker in Sagan (Zagan) bei dem kaiserlichen Oberbefehlshaber Albrecht von Wallenstein, der Keplers wissenschaftliche Arbeit unterstützte.

In Linz hatte Kepler mit großem Eifer die in Prag begonnenen Rechenarbeiten an den (von ihm so genannten) Rudolfinischen Tafeln fortgesetzt; dies sind astronomische Tafeln zur Berechnung der Sonnen- und Mondorte (und damit der Verfinsterungstermine) sowie der Planetenorte, und zwar für jeden Zeitpunkt vor oder nach der christlichen Zeitrechnung. Durch Verwendung der von ihm gefundenen drei Keplerschen Gesetze erreichte er eine solche Genauigkeit, dass die Tafeln für fast zwei Jahrhunderte zum unentbehrlichen Hilfsmittel der Astronomie und Navigationskunst wurden.

Kepler hat als erster eine dynamische Erklärung der Planetenbewegung in unserem Sonnensystem gegeben, indem er von der Vorstellung ausging, dass die Bewegungen der Planeten durch eine von der Sonne ausgehende Kraft verursacht werden. Im Jahre 1604 erkannte er zuerst an der Marsbahn, dass die Bahnen der Planeten ebene Ellipsen sind, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht (1. Keplersches Gesetz). Diese Erkenntnis publizierte er 1609

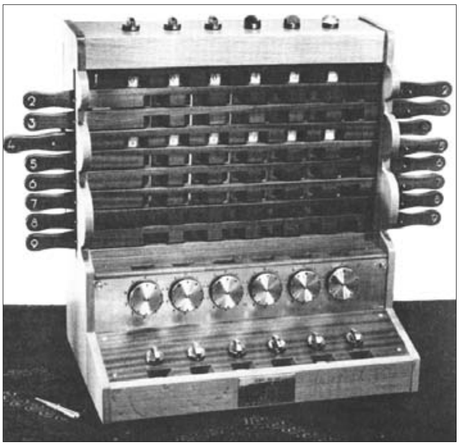

Abb. 2: Rekonstruktion der Rechenmaschine, die Wilhelm Schickard für Johannes Kepler angefertigt hatte.

in seinem Werk *Astronomia nova* (Neue Astronomie); darin ist auch das 2. Keplersche Gesetz formuliert, welches besagt: Die Verbindungslinie Sonne – Planet überstreicht in gleichen Zeitintervallen gleiche Flächen (Flächensatz). Dies bedeutet, dass der Planet in Sonnennähe eine größere Bahngeschwindigkeit besitzt als in Sonnenferne. Nach umfangreichen Beobachtungen und Berechnungen veröffentlichte Kepler 1619 in seinem Werk *Harmonice mundi* (Weltharmonik) das 3. Keplersche Gesetz: Das Verhältnis zwischen dem Kubus der großen Bahnhalbachse a und dem Quadrat der Umlaufzeit *U* ist für alle Planeten das gleiche:

$$\frac{a^3}{U^2} = const$$

(gilt in dieser Form nur bei Vernachlässigung der Planetenmasse gegenüber der Sonnenmasse). Im Jahre 1621 erschien mit *Epitomes Astronomiae Copernicanae* (*Auszüge der Kopernikanischen Astronomie*) Keplers Lehrbuch der Astronomie, das er auf der Grundlage des heliozentrischen Weltbildes von Kopernikus verfasste.

Neben seinen astronomischen Arbeiten befasste sich Kepler auch mit angewandter Optik. So beschrieb er die Ausbreitung des Lichts, stellte ein für kleine Winkel gültiges Lichtbrechungsgesetz auf und untersuchte die Physiologie des Auges; außerdem zeigte er, dass ein Parabolspiegel paralleles Licht fokussiert, was I. Newton 70 Jahre später beim Bau von Spiegelteleskopen aufgriff. Zudem entwickelte er eine Theorie des Fernrohrs und konstruierte das astronomische (*Keplersche*) Fernrohr. Seine Untersuchungsergebnisse veröffentlichte er in seinem 1611 erschienenen Buch *Dioptrice* (Dioptrik), mit dem er zum Begründer der geometrischen Optik wurde.

Auch mit praktischen mathematischen Problemen hat sich Kepler auseinander gesetzt. So hat er 1615 die Formelsammlung *Nova stereometria doliorum vinariorum* (Neue Stereometrie der Weinfässer) herausgebracht, mit der Volumenberechnungen fassförmiger Rotationskörper möglich wurden (*Keplersche Fassregel*) und die zur Entwicklung der Infinitesimalrechnung beitrug. Keplers Fassregel besitzt übrigens die gleiche numerische Genauigkeitsordnung wie die Newtonsche Drei-Achtel-Regel zur näherungsweisen Berechnung des bestimmten Integrals einer Funktion.

Es ist ein besonderes Kuriosum der Geschichte, dass die Kenntnis von der Erfindung der weltersten mechanischen Rechenmaschine durch den Tübinger Astronomie- und Mathematikprofessor Wilhelm Schickard in eigentümlicher Weise auch mit Johannes Kepler verbunden ist. Im Jahre 1617 traf nämlich Kepler mit Schickard (damals noch Magister für Theologie) zusammen, woraus sich eine dauerhafte Freundschaft mit intensivem Briefwechsel entwickelte. Kepler erkannte die hohe Begabung seines Freundes und regte ihn zu weiteren mathematischen und astronomischen Studien an; zeitlebens schätzte er ihn als einen erfindungsreichen Mechanicus und Zeichner.

Keplers äußerst umfangreiche Rechenarbeiten für die Erstellung der Planetentafeln legen die Vermutung nahe, dass Schickard von ihm zum Bau einer Rechenmaschine angeregt worden ist. Denn es ist Fakt, dass Schickard nach Fertigstellung einer solchen Maschine (1623) danach ein 2. Exemplar extra für Kepler angefertigt hat! Er hat Kepler brieflich eingehend darüber informiert, die Maschine beschrieben, eine Skizze beigefügt und gewisse Konstruktionshinweise gegeben.

Glücklicherweise sind diese brieflichen Unterlagen erhalten geblieben und von dem Keplerforscher Dr. Franz Hammer in den dreißiger Jahren aufgefunden und 1957 auf einem wissenschaftlichen Kongress bekannt gemacht worden. Es ist ein großes wissenschaftsgeschichtliches Verdienst des Tübinger Mathematikprofessors Bruno Baron v. Freytag Löringhoff (1912–1996), nach diesen brieflichen Angaben Schickards die Rechenmaschine rekonstruiert und 1960 in der Tübinger Universität der Öffentlichkeit vorgestellt zu haben. Denn die

Originalmaschine Schickards ist in den Wirren des 30-jährigen Krieges verloren gegangen und Keplers Exemplar ist bei einem Brand zerstört worden.

Johannes Kepler, Begründer der theoretischen Astronomie, starb 1630 in Regensburg, wo er auf dem Kurfürstentag beim Kaiser wegen jahrelang ausgebliebener Gehaltszahlungen vorstellig werden wollte. Keplers Grab wurde von schwedischen Truppen zerstört und blieb unauffindbar. Sein umfangreicher schriftlicher Nachlass ist auf Empfehlung Leonhard Eulers von der russischen Zarin Katharina II aufgekauft worden.

Für die Überlassung von Literatur des Mathematikers B. Baron v. Freytag Löringhoff bin ich Herrn Prof. Dr. Jürgen Zaremba zu besonderem Dank verbunden. K. B.

Ein Mathematiker erfand das europäische Porzellan

cms-journal 26 / März 2005

Abb. 1: Tschirnhaus (1651–1708)

Bei Streifzügen durch die Wissenschaftsgeschichte kann man mitunter auf Überraschungen stoßen, die selbst einen abgeklärten Chronisten immer noch in Erstaunen zu versetzen vermögen. Wer vermutet z. B. schon, dass der Erfinder und Konstrukteur der weltersten Vierspezies-Rechenmaschine von Hause aus ein Theologe gewesen ist, der als Professor am Tübinger Stift sieben orientalische Sprachen lehrte (Wilhelm Schickard, 1623)? Oder – dass der »Urahn« der Württembergischen feinmechanischen Industrie, Phillipp Matthäus Hahn, ebenfalls Theologe, das gesamte Neue Testament ins Deutsche übersetzte und die erste industriereife Rechenmaschine konstruierte (1774), in der er das von Leibniz erfundene Staffelwalzen-Prinzip für den Zehnerübertrag realisierte? Oder – dass das erste Lehrbuch über geometrische Optik (»Dioptrik«, 1768) von einem Blinden verfasst wurde, dem genialen Mathematiker Leonhard Euler, der u. a. auch ein Gutachten darüber erstellte, wie die Riesenglocke des Moskauer Kreml auf den Turm gehoben werden könne?

Die Aufzählung solcher erstaunlicher Leistungen großer Geister der Wissenschaft ließe sich fortsetzen. So ist z. B. auch die Erfindung des europäischen Porzellans dem verdienstvollen Wirken eines Außenseiters des Metiers zu verdanken: Ehrenfried Walter Graf von Tschirnhaus, der sich in jungen Jahren zunächst vorrangig mit Mathematik befasste und für seine Arbeiten auf diesem Gebiet 1682 als Auswärtiges Mitglied und erster Deutscher in die Königliche Akademie der Wissenschaften in Paris gewählt wurde. Ihm gelang es als Erstem, ein dem chinesischen gleichwertiges Porzellan zu schaffen; dazu hat er über 20 Jahre systematische Forschung betrieben und Versuche angestellt, um zum Ziele zu gelangen!

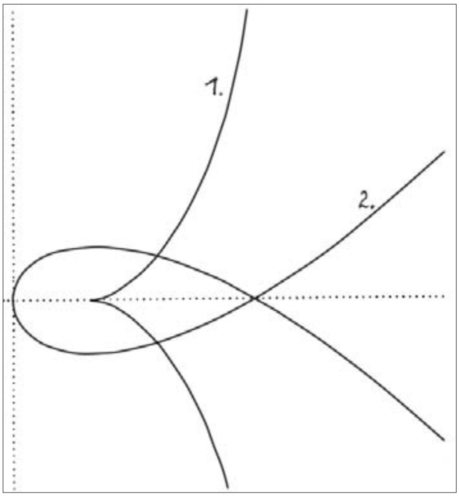

Abb. 2: »Tschirnhaus-Kurven«: 1. Zissoide, 2. Strophoide.

Tschirnhaus entstammte einer Oberlausitzer Adelsfamilie und wurde 1651 in Kieslingswalde bei Görlitz (heute Slawnikowice) geboren; sein Vater war Kursächsischer Rat und Landesältester des Görlitzer Kreises. Nach Privatunterricht im elterlichen Hause besuchte Tschirnhaus ab 1665 das Görlitzer Gymnasium und 18-jährig begann er an der Universität Leyden Jura, Mathematik, Medizin und Naturwissenschaften zu studieren. Drei Jahre später diente er im französisch-niederländischen Krieg (1672/73) als Freiwilliger im niederländischen Heer.

Auf ausgedehnten Bildungsreisen nach England, Italien und Frankreich trat er mit führenden Gelehrten in Gedankenaustausch, woraus sich z. T. langjährige Freundschaften und reger Briefwechsel entwickelten, z. B. mit Baruch D. Spinoza (1632–1677), G. Wilhelm von Leibniz (1646–1716) und Christiaan Huygens (1629–1695). In Auswertung seiner Reiseeindrücke beschäftigte er sich vorerst mit mathematischen und philosophischen Problemen. Immerhin erwarb er sich den Ruf eines versierten Algorithmikers. Seine Suche nach Methoden, algebraische Gleichungen auf eine reine Gleichung der Form

$$x^n = \text{const}$$

zurückzuführen, konnte – wie Leibniz bereits vermutete und später von dem norwegischen Mathematiker Niels Henrik Abel (1802–1829) bewiesen wurde – für allgemeine Gleichungen 5. und höheren Grades nicht zum Ziele führen. Vermutlich von Christiaan Huygens angeregt, befasste sich Tschirnhaus außerdem mit der Theorie der Evoluten und Evolventen. Er schrieb über Algebra und zur Integration zahlreiche Abhandlungen, die in der in Leipzig gegründeten wissenschaftlichen Monats-Zeitschrift »Acta Eruditorum« (Gelehrtenberichte) veröffentlicht wurden. Sein Hauptwerk ist die philosophische Schrift »Medicina Mentis« (Medizin des Geistes, 1687), in der er – beeinflusst von Descartes und Spinoza – eine am Ideal der Mathematik orientierte Methodologie des Denkens entwickelte. Diese Schrift fand eine weite Verbreitung, sie erschien in 3 Auflagen und übte großen Einfluss auf Leibniz und vor allem auf den Philosophen Christian Freiherr von Wolff (1679–1754) aus.

Ein ihm angetragenes Amt als Kanzler der Universtität Halle lehnte Tschirnhaus ab, stattdessen übernahm er die Güter seines Vaters nach dessen Tod (1684). Denn Zeit seines Lebens verfolgte er das Ziel, eine Akademie der Wissenschaften zu gründen. Auf seinem Gut in Kieslingswalde unterhielt er einen Mitarbeiter-Kreis, der die Keimzelle der Akademie werden sollte. Wegen ausbleibender finanzieller Unterstützung durch den König fasste er den Plan, seine wissenschaftlichen Erkenntnisse gewerblich zu nutzen und sich der Herstellung von Porzellan zu widmen. Zu diesem Zwecke fertigte er in eigener Werkstatt in Kieslingswalde zunächst große, meist kupferne Brennspiegel. Danach entwickelte er eine Technologie des Glasgießens so weit, dass es ihm möglich wurde, Linsen bis dahin unbekannter Größe (Durchmesser 1,5 m) selbst zu gießen und zu schleifen. Mit diesen Brenngläsern konnten durch Bündelung des Sonnenlichts Temperaturen bis zu 1 500°C erzeugt werden. Diese erstaunliche Brennleistung erregte überall in Europa größtes Aufsehen und machte Tschirnhaus berühmt. Beispielsweise demonstrierte er 1694 dem Kaiser in Wien seinen Brennspiegel und verhandelte wegen Gründung einer wissenschaftlichen Akademie. Im gleichen Jahr wurde er zum Kurfürstlich-Sächsischen Rat in Dresden ernannt. Als solcher kümmerte er sich in Sachsen um die Errichtung von Glasmanufakturen, deren Inspektor er wurde.

Nunmehr studierte Tschirnhaus verschiedene Erden und Mineralien hinsichtlich ihres Verhaltens während eines Schmelzprozesses bei hohen Temperaturen. Er intensivierte seine Arbeiten zur Porzellanherstellung und wurde dabei von August dem Starken persönlich gefördert. Er mischte Feldspate, Tone und Quarze in unterschiedlichen Anteilen und 1696 gelang es ihm zum ersten Male, daraus eine dem Porzellan sehr ähnliche Masse zu brennen, die aber noch von gelblicher Farbe war – er nannte das Produkt »Wachsporzellan«. Jahre später (1704 ?) legte er dem König einen Entwurf zur Errichtung einer Porzellanfabrik vor, doch wegen des Nordischen Krieges (1700–1721) war die Zeit der Realisierung ungünstig. Im Sommer 1708 gelang es Tschirnhaus und seinen Mitarbeitern mit Kaolinerde aus Schneeberg sowie Alabaster und Quarz als Flußmittel erstmals, eine Probe weißen Hartporzellans herzustellen. Der König ernannte ihn zum Direktor einer zu gründenden Manufaktur und ließ ihm 2 561 Thaler auszahlen.

Etwa ab 1707 (die zeitlichen Angaben sind nicht eindeutig) gehörte der Apothekergehilfe und Alchimist Johann Friedrich Böttger (1682–1719) zu Tschirnhausens Arbeitsteam. Böttger stand in dem Ruf, aus Leichtmetallen Gold herstellen zu können; daher wurde er 1701 (?) vom sächsischen König in Gewahrsam genommen und nach Dresden gebracht, wo er unter strenger Aufsicht Gold herstellen sollte. Da die Goldherstellung natürlich nicht gelingen konnte, zog ihn Tschirnhaus mit zu seinen Porzellanexperimenten heran.

Es ist Böttgers bleibendes Verdienst, nach Tschirnhausens plötzlichem Tod (Oktober 1708) dessen Arbeiten anhand der hinterlassenen Aufzeichnungen fortgesetzt zu haben. Er wurde in der 1710 gegründeten ersten Porzellanmanufaktur Europas als Direktor eingesetzt; als solcher hat er die fabrikmäßige Herstellung des Meißner Porzellans offenbar hervorragend gemeistert.

Aus der Feder von Tschirnhaus stammen noch weitere Schriften, die von der Vielseitigkeit seiner Interessen zeugen. Dies ist zum einen »Die Curiöse Medizin«, eine deutsche Fassung der »Medicina Corporis« (Medizin des Körpers), die der Gesundheitsvorsorge gewidmet ist und ursprünglich der »Medicina Mentis« beigefügt war. Eine weitere Schrift befasst sich mit der Einführung eines wissenschaftlichen Unterrichts an Schulen und trägt den Titel: »Gründliche Anleitung zu nützlichen Wissenschaften«.

Tschirnhaus wurde in Kieslingswalde beigesetzt. Auf seinem Grabmal war folgende Inschrift zu lesen (Übersetzung aus dem Lateinischen):

»Dem berühmten und edlen Herrn Ehrenfried Walter von Tschirnhaus, Erbherrn auf Kieslingswalde und Stolzenberg, Königlich Polnischem und Kurfürstlich Sächsischem Rat, Mitglied der Königlichen Akademie zu Paris, dem Fürsten der Philosophen, Naturforscher und Mathematiker seiner Zeit, der zwecks höherer Studien sechsmal Belgien, viermal Frankreich, einmal England, Italien, Sizilien und Malta in zwölfjährigen Reisen wißbegierig durchwanderte; der sich bemühte, die Wahrheit zu finden und für Gesundheit zu sorgen; der als erster große Glaslinsen herstellte und Edelsteine wie Amethyst und Onyx mit Maschinen schnitt; der als erster Europäer – was die Gegenwart bestaunt und die Zukunft bewundern wird – das Verfahren der Herstellung durchsichtigen Porzellans jeder Farbe erfand, so daß dasjenige der Inder an Glanz und Härte übertroffen wurde …«

Die von Tschirnhaus konstruierten Brenngeräte (Spiegel und Linsen) gehören zu den ständigen Exponaten des Mathematisch-Physikalischen Salons im Dresdner Zwinger und können dort besichtigt werden.

Literatur

[1] Kauffeldt, A. (Hg.) Deutsche Techniker aus sechs Jahrhunderten. Verlag Enzyklopädie, Leipzig, 1963.

[2] S. Gottwald, H.-J. u. a. (Hg.): Lexikon bedeutender Mathematiker. Bibliographisches Institut Leipzig, 1990.

[3] Zey, R. (Hg.): Lexikon der Forscher und Erfinder. Rowohlt, Hamburg, 1997.

[4] Hoffmann, D., u. a. (Hg.): Lexikon der bedeutenden Naturwissenschaftler. Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, Berlin, 2003/4.

[5] Leinsle, U. G.: E. W. von Tschirnhaus. Biographisch-bibliographisches Kirchenlexikon, Band XII. Verlag Traugott Bautz, Nordhausen, 1997.

[6] Kleine Enyklopädie Mathematik. Bibliographisches Institut Leipzig, 1967.

[7] www-gap.dcs.st-and.ac.uk/~history/Curves/Tschirnhaus.html

Für wertvolle Literaturhinweise bleibe ich Frau Hildegard Schuchardt (†) zu besonderem Dank verbunden. Gleichfalls danke ich Frau Karin Stichel in der Oberlausitzischen Bibliothek der Wissenschaften, Görlitz, für die Zusendung des lat. Originaltextes auf Tschirnhausens verschollenem Grabdenkmal. K. B.

Hermann Minkowski – Mathematiklehrer Einsteins

cms-journal 27 / August 2005

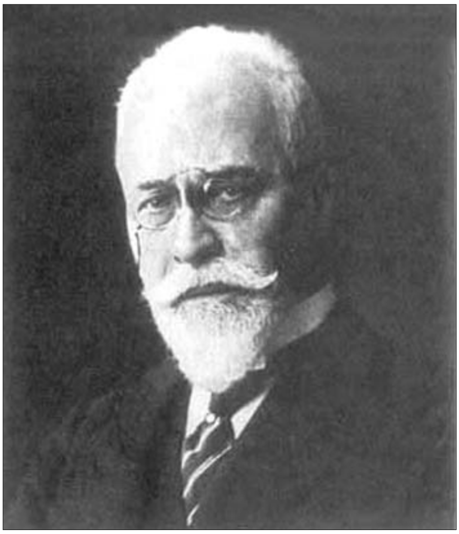

Abb. 1: Hermann Minkowski (1864–1909)

»Ach, der Einstein? Der schwänzte doch immer die Vorlesungen – dem hätte ich das gar nicht zugetraut.« Diese Worte soll – ziemlich sicher verbürgt – Hermann Minkowski zu seinem Assistenten Max Born (1882–1970) geäußert haben, als er überraschenderweise von Einsteins spezieller Relativitätstheorie Kenntnis erhielt. Denn als Minkowski Mathematikprofessor am Züricher Polytechnikum war, studierte dort ab 1896 Albert Einstein (1879–1955) mit der Absicht, Physiklehrer zu werden; jedoch betrieb er sein Studium durchaus nicht in der üblichen Manier, insbesondere die mathematischen Vorlesungen vernachlässigte er in auffälliger Weise. Einstein hat in späteren Jahren sehr wohl eingesehen, dass die Vernachlässigung der höheren Mathematik in seiner Studienzeit ein großer Fehler war und er sah sich dann genötigt, seine mathematischen Kenntnisse nachträglich zu erweitern.

Minkowski war einer der herausragendsten Mathematiker seiner Zeit. Er wurde 1864 bei Kauen/Memel (Kaunas), der zeitweiligen Hauptstadt Litauens, geboren. Er besuchte das Altstädtische Gymnasium in Königsberg (Preußen) und befasste sich schon dort mit höherer Analysis und Zahlentheorie. Bereits mit 15 Jahren legte er das Abitur ab und studierte anschließend bis 1884 Mathematik und Physik an der Albertina in Königsberg und in Berlin einige Semester an der Friedrich-Wilhelms-Universität. Hier traf er mit führenden Gelehrten zusammen, so mit den Mathematikern Ernst E. Kummer (1810–1893) und Karl Weierstraß (1815–1897) sowie mit den Physikern Hermann v. Helmholtz (1821–1894) und Gustav R. Kirchhoff (1824–1887). In Königsberg studierte in der gleichen Zeit auch David Hilbert (1862–1943), mit dem sich Minkowski anfreundete, woraus sich eine fachlich bedeutsame und lebenslange Freundschaft entwickelte.

Es sei nebenbei angemerkt, dass Hilberts Eltern ihren Sohn von dieser Freundschaft wegen scheinbarer fachlicher Ungleichheit anfangs zurückhalten wollten, denn Minkowski hatte schon als Student bereits eine gewisse Berühmtheit unter den Mathematikern erlangt! Er hatte nämlich – noch 17-jährig – nach einjähriger Bearbeitungszeit 1882 eine Preisaufgabe der Pariser Akademie gelöst, die verlangte, die Anzahl der Zerlegungen einer natürlichen Zahl in eine Summe von 5 Quadraten zu bestimmen. Minkowski löste das Problem gleich in voller Allgemeinheit und leistete damit einen bedeutenden Beitrag zur Theorie der quadratischen Formen.

Was C. F. Gauß (1777–1855) für *binäre* quadratische Formen, d. h. für Ausdrücke der Form

$$F(x,y) = ax^2 + bxy + cy^2$$

mit ganzzahligen Koeffizienten *a*, *b*, *c* begonnen hatte, wurde von Minkowski auf quadratische Formen in *mehreren* Variablen ausgedehnt. Für diese seine Leistung erhielt er 1883 den »Grand Prix des Sciences Mathematiques« zugesprochen. Später urteilte einmal David Hilbert in einer Gedächtnisrede über diese Arbeit Minkowskis: »... Dieses Thema griff der siebzehnjährige Student mit aller Energie an und löste diese Aufgabe aufs Glänzendste, indem er weit über das Preisthema hinaus die allgemeine Theorie der quadratischen Formen … entwickelte«.

Im Jahre 1885 promovierte Minkowski in Königsberg und ging dann nach Bonn, wo er mehrere Jahre – übrigens zusammen mit dem Physiker und späteren Nobelpreisträger Philipp Lenard (1862–1947) – Assistent bei Heinrich Hertz (1857–1894) war. Nach seiner Habilitation wurde Minkowski 1892 zum außerordentlichen Professor an die Bonner Universität berufen. Kurz nach dem Tode von Heinrich Hertz wechselte er 1894 auf Hilberts Wunsch an die Albertina Königsberg, um dort dessen Nachfolge anzutreten. In den Jahren 1896–1902 war er dann Ordinarius am Polytechnikum Zürich, wo auch sein Freund Adolf Hurwitz (1859 – 1919) lehrte und Albert Einstein bei ihm nolens volens studierte. In der Züricher Zeit befasste sich Minkowski für seine Vorlesungen intensiv auch mit theoretischer Physik, so u. a. mit *Thermodynamik* und mit der *Theorie der Kapillarität.* Neben rein-mathematischen Vorlesungen wie *Funktionentheorie*, *Geometrie der Zahlen* und *elliptischen Funktionen* hielt er auch solche über *Anwendungen der analytischen Mechanik*; Einstein urteilte dazu enthusiastisch: »Das ist die erste Vorlesung über mathematische Physik, die wir am Poly hören«.

David Hilbert hatte sich mit Erfolg dafür eingesetzt, an der Göttinger Universität, wo er und Felix Klein (1849–1925) ja bereits lehrten, eine zusätzliche Professur für Mathematik einzurichten, die Minkowski ab 1902 besetzte. So entstand in Göttingen – neben Berlin – ein weiteres bedeutendes mathematisches Lehr- und Forschungszentrum, das zu den Hochburgen der Mathematik in Deutschland gehörte.

Schon Jahre zuvor hatten Minkowski und Hilbert verschiedentlich fachlich kooperiert. So wurden beide 1893 von der Deutschen Mathematiker-Vereinigung mit der Abfassung eines »Berichts über die neuere Entwicklung der Zahlentheorie« betraut. Im Ergebnis dessen lieferte Hilbert eine umfassende Abhandlung über den damaligen Stand der Zahlentheorie (»Zahlbericht«), und Minkowski schrieb die umfangreiche Arbeit (250 Seiten) »Geometrie der Zahlen« [11].

Nach eigenen Aussagen wählte Minkowski diesen Titel, weil er zu den Beweismethoden der darin abgeleiteten arithmetischen Sätze durch räumliche Anschauung geführt wurde. Das Werk enthält »neuartige Anwendungen der Analysis des Unendlichen auf die Zahlentheorie« sowie »Fragen über approximative Auflösung von Gleichungen durch rationale und durch ganze Zahlen« mittels kettenbruchähnlicher Algorithmen. Hilbert urteilte über dieses Buch begeistert: »…welche Fülle der verschiedenartigsten und tiefliegendsten arithmetischen Wahrheiten werden in diesem Hauptwerk Minkowskis durch das geometrische Band verknüpft!«

Auf dem 2. Internationalen Mathematiker-Kongress 1900 in Paris hat ja Hilbert in seinem berühmt gewordenen Hauptvortrag zum Stand der Mathematik 23 damals ungelöste Probleme vorgestellt (z. B. Mächtigkeit des Kontinuums, Entscheidungsproblem, Primzahl-Häufigkeit, …), die die nachfolgende mathematische Forschung besonders stimuliert haben. Weniger bekannt ist, dass sich auch Minkowski an der »Problemsammlung« beteiligt und bei der Ausarbeitung des Vortrages mitgewirkt hat. Er war übrigens auch einer der wissenschaftlichen Sekretäre dieses Kongresses!

Als Minkowski von Einsteins Arbeit »Zur Elektrodynamik bewegter Körper« erfuhr, besorgte er sich 1907 einen Sonderdruck; er fand die »Darstellung seiner tiefsinnigen Theorie mathematisch umständlich und formal verbesserungswürdig.« Eine solche Verbesserung hat er selbst vorgenommen und bis 1908 eine neue mathematische Einkleidung der speziellen Relativitätstheorie erarbeitet. Dazu benutzte er einen bemerkenswerten Kunstgriff: Neben den drei Raumkoordinaten x_1, x_2, x_3 führt er als vierte, völlig gleichberechtigte Raumkoordinate die Zeit ein, und zwar durch

$$x_4 = ict \quad \text{mit} \quad i = \sqrt{-1}$$

(t = Zeit, c = Lichtgeschwindigkeit) und erhält so eine vierdimensionale Raum-Zeit-Welt (sog. »Minkowski-Welt«) mit der Metrik

$$ds^2 = dx_1^{\;2} + dx_2^{\;2} + dx_3^{\;2} - c^2 dt^2$$

(ds = Länge eines Linienelements). Minkowski hat darüber auf der 80. Versammlung Deutscher Naturforscher in Köln (Sept. 1908) selbst vorgetragen. Max Planck hat sich sofort für die neue Theorie eingesetzt: In einer Vorlesungsreihe (Frühjahr 1909) an der Columbia University in New York über den Stand der theoretischen Physik betonte er: »…diese neue Auffassung des Zeitbegriffs stellt an die Abstraktionsfähigkeit des Physikers die allerhöchsten Anforderungen; sie übertrifft an Kühnheit wohl

Abb. 2: Sinnbildliche Darstellung eines gekrümmten Raumes auf einer Gedenkmünze (10 €) der Bundesrepublik Deutschland. Diesen Begriff führte der Göttinger Mathematiker Bernhard Riemann (1826–1866) in seiner deshalb berühmt gewordenen Habilitationsschrift erstmalig in die Mathematik ein (C. F. Gauß war begeistert!); Minkowski griff ihn wieder auf und Einstein benutzte ihn in seiner allgemeinen Relativitätstheorie.

alles, was bisher in der spekulativen Naturforschung ... geleistet wurde; die nichteuklidische Geometrie ist Kinderspiel dagegen.«

Einstein war von Minkowskis neuen Ideen zunächst nicht beeindruckt und betrachtete die vierdimensionale Darstellung als »überflüssige Gelehrsamkeit«; er resümierte gar, seit sich die Mathematiker der Relativitätstheorie bemächtigt hätten, verstehe er sie selbst nicht mehr.

Doch vier Jahre später pries er Minkowskis »wichtige Gedanken, ohne die die allgemeine Relativitätstheorie vielleicht in den Windeln stecken geblieben wäre.« Diesen späten Dank Einsteins an seinen früheren Lehrer hat Minkowski leider nicht mehr entgegennehmen können – er ist, erst 44-jährig, im Jahre 1909 in Göttingen verstorben. Seine hinterlassenen wissenschaftlichen Notizen wurden von Max Born, dem späteren Nobelpreisträger für Physik, bearbeitet und herausgegeben.

Für wertvolle sachdienliche Anregungen bin ich Frau Marianne Elsner, Frankfurt/Main, zu besonderem Dank verbunden. Außerdem danke ich Frau Dipl.-Bibliothekarin Edeltraud Krüger in der Zentralbibliothek Naturwissenschaften der Humboldt-Universität zu Berlin für die Bereitstellung themenbezogener Literatur. K. B.

Literatur

[1] von Weizsäcker, C. F.: Große Physiker. Marix Verlag GmbH, Wiesbaden, 2004.
[2] Krafft, F.: Lexikon großer Naturwissenschaftler. Fourier Verlag GmbH, Wiesbaden, 2003.
[3] Gottwald, S., u. a. (Hg.): *Lexikon bedeutender Mathematiker.* Bibliographisches Institut Leipzig, 1990.
[4] Gellert, W., u. a. (Hg.): *Lexikon der Mathematik.* Bibliographisches Institut Leipzig, 1979.
[5] Kleine Enzyklopädie Mathematik. Bibliographisches Institut Leipzig, 1967.
[6] Planck, M.: *Wege zur physikalischen Erkenntnis.* Hirzel-Verlag, Leipzig, 1944.
[7] Herneck, F.: *Bahnbrecher des Atomzeitalters.* Buchverlag Der Morgen, Berlin, 1965.
[8] Fischer, K.: *Einstein.* Herder/Spektrum Meisterdenker, Freiburg/Basel/Wien, 2004.
[9] Fölsing, A.: *Albert Einstein – Eine Biographie.* Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main, 1993.
[10] Meschkowski, H.: *Von Humboldt bis Einstein.* Piper Verlag, München, 1989.
[11] Minkowski, H.: Geometrie der Zahlen. Teubner Verlag, Leipzig, 1910.
[12] Die Hilbertschen Probleme. Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften, Band 252, Leipzig, 1979.